
HN 4UBY X


57.01.DT
KF 27926





SÉRIE A, N° 82
N° D'ORDRE 559

# THÈSES

PRÉSENTÉES

# A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

## LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR


**RAPHAËL DUBOIS**

Préparateur de physiologie à la Faculté des Sciences de Paris
Docteur en médecine, Pharmacien de 1re classe
Lauréat de l'Institut
Membre de la Société de Biologie.


---

**1re THÈSE.** — Les Élatérides lumineux. — Contribution a l'étude de la production de la lumière par les êtres vivants.

**2e THÈSE.** — Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 19 [illegible] devant la commission d'examen

MM. HÉBERT................ *Président.*
DUCHARTRE ........... }
DE LACAZE-DUTHIERS. } *Examinateurs.*

---


MEULAN
IMPRIMERIE DE LA SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE
—
1886






# ACADÉMIE DE PARIS

## FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

| | | |
|---|---|---|
| **Doyen** | HÉBERT, Professeur. | Géologie. |
| **Professeur honoraire** | PASTEUR. | |
| **Professeurs** | DUCHARTRE | Botanique. |
| | DE LACAZE-DUTHIERS | Zoologie, Anatomie, Physiol. comparée. |
| | BERT | Physiologie. |
| | HERMITE | Algèbre supérieure. |
| | TROOST | Chimie. |
| | FRIEDEL | Chimie organique. |
| | OSSIAN BONNET | Astronomie. |
| | DARBOUX | Géométrie supérieure. |
| | DEBRAY | Chimie. |
| | TISSERAND | Astronomie. |
| | LIPPMANN | Physique. |
| | HAUTEFEUILLE | Minéralogie. |
| | BOUTY | Physique. |
| | APPELL | Mécanique rationnelle. |
| | DUCLAUX | Chimie biologique. |
| | N | Calcul des probabilités, Physique mathémat. |
| **Professeur adjoint** | WOLF | Physique céleste. |
| **Professeur suppléant** | DASTRE | Physiologie. |
| **Chargés de Cours** | POINCARÉ | Mécanique et physique expérimentale. |
| | PICARD | Calcul différentiel et calcul intégral. |
| | J. DELAGE | Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée. |
| **Secrétaire** | PHILIPPON. | |



CLAUDE BERNARD

Photographie par la lumière animale

## TRAVAUX PUBLIÉS PAR LE MÊME AUTEUR

---

1. Sur le mode d'action physiologique de l'alcool. *Soc. de biol., 1870.*
2. De l'influence des liquides alcooliques sur l'action des substances toxiques et médicamenteuses. *Thèse pour le doctorat en médecine.* Paris, 1876.
3. De l'alcoolisme en retour. *Congrès du Trocadéro, 1878.*
4. De l'irresponsabilité dans certaines formes d'alcoolisme. *Congrès du Trocadéro, 1878.*
5. Intoxication saturnine aiguë par les pains à cacheter au minium. *Assoc. des méd. de la Sarthe, 1880.*
6. Traitement du délirium tremens. *Assoc. des méd. de la Sarthe, 1880.*
7. De la strychine dans le traitement de certaines formes de diabète sucrée. *Assoc. des méd. de la Sarthe, 1881.*
8. Du meilleur mode à employer pour le choix des médecins légistes. *Assoc. des méd. de la Sarthe, 1882.*
9. Trois conférences sur l'alcoolisme. *Bull. de la Soc. philot. du Maine, 1881.*
10. Recherches sur l'action de quelques liquides organiques neutres sur la substánce organisée. *Soc. de biol., 1883.*
11. Nouvelles recherches sur l'action des vapeurs de quelques liquides organiques neutres sur la substance organisée. *Soc. de biol., 1883.*
12. Détermination du pouvoir respiratoire du sang du fœtus (en commun avec M. Régnard) *Soc. de biol., 1884.*
13. Action de la strychine, du curare, de l'alcool et du chloroforme sur les Actinies. *Soc. de biol., 1884.*
14. Matière colorante verte des os de l'Orphie. *Soc. de biol., 1884.*
15. Note sur l'action de quelques liquides neutres sur la substance organisée. *Soc. de biol., 1884.*
16. Anesthésie par les mélanges de liquides neutres. *Soc. de biol., 1884.*
17. Note pour servir à l'histoire de glycogénie. *Soc. de biol., 1884.*
18. Action de quelques liquides neutres sur la substance organisée. *Soc. de biol., 1884.*
19. Influence de l'alcool sur l'action physiologique du chloroforme. *Soc. de biol., 1884.*
20. Action de certains poisons sur le tremblement toxique : équivalents physiologiques. *Soc. de biol., 1884.*
21. Action vermifuge du santonate de soude en injection hypodermique. *Soc. de biol., 1884.*
22. Appareil médical pour l'anesthésie par les mélanges titrés d'air et de chloroforme. *Soc. de biol., 1884.*
23. Modifications des milieux réfringents de l'œil et de la secrétion lactée dans l'anesthésie chloroformique prolongée. *Soc. de biol., 1884.*
24. De l'action des liquides neutres sur la substance organisée. *Soc. de biol., 1884.*
25. Note pour servir à l'histoire de l'anesthésie rectale. *Soc. de biol., 1884.*
26. Machine à anesthésier du Dr R. Dubois. *Soc. de biol., 1884.*

27. Note sur les tensions de dissociation de l'eau et des tissus. *Soc. de biol. 1884.*

28. Sur l'anesthésie par la méthode P. Bert. *Progrès médical, 1884.*

29. Action de la fécondation sur la tension de dissociation de l'eau dans l'œuf de Couleuvre. *Soc. de biol., 1884.*

30 De la deshydratation des tissus par les vapeurs de chloroforme, d'alcool, d'éther. *Soc. de biol., 1884.*

31. Propriété physique de la lumière des Pyrophores (en commun avec M. Aubert). *Acad. des Sc., 1884.*

32. Sur la lumière des Pyrophores. *Soc. de biol., 1884.*

33. Note sur l'action des hautes pressions sur la fonction photogénique du Lampyre (en commun avec M. Regnard) *Soc. de biol., 1883.*

34. Note sur la physiologie des Pyrophores. *Soc. de biol.* 1884.

35. Analgésie des voies génitales obtenue par l'application locale de la cocaïne, pendant le travail de l'accouchement (en commun avec M. Doléris). *Acad. de médecine et Soc. de biol., 1885.*

36. Action de la cocaïne sur la germination. *Soc. de biol., 1885.*

37. Action combinée de la cocaïne et du chloroforme. *Soc. de biol., 1885.*

38. Résistance à la dessication des œufs stériles et non stériles. *Soc. de biol., 1885.*

39. Action du protoxyde d'azote sur les Etcheverias. *Soc. de biol., 1885.*

40. Modification de l'état de la pupille pendant l'anesthésie. *Congrès d'ophtalmologie française, 1885.*

41. Mémoire sur les applications cliniques de la méthode anesthésique de M. P. Bert et de la machine à anesthésier du Dr Dubois. *Soc. de biol., 1885.*

42. Note sur la phosphorescence des poissons. *Soc. de biol., 1884.*

43. Fonction photogénique des Pyrophores. *Soc. de biol., 1885.*

44. Intoxication chronique par le chloroforme. *Soc. de biol., 1885.*

45. Contribution à l'étude de la physiologie générale des anesthésiques. *Soc. de biol., 1885.*

46. Application de la méthode graphique à l'étude des modifications imprimées à la marche par les lésions nerveuses expérimentales chez les Insectes. *Soc. de biol., 1886.*

47. Note sur l'emploi de la vaseline dans l'alimentation.

48. Action combinée de l'hypnone et du chloroforme (en commun avec M. Bidault). *Soc. de biol., 1886.*

49. Persistance des troubles de la motilité d'origine cérébrale, après l'ablation de la tête chez le Canard. *Soc. de biol., 1886.*

50. Influence du magnétisme sur l'orientation des colonies microbiennes. *Soc. de biol., 1886.*

51. De l'action de la lumière émise par les êtres vivants sur la rétine et sur les plaques au gelatino-bromure. *Soc. de biol., 1886.*

---

# CONTRIBUTION
# A L'ÉTUDE DE LA PRODUCTION DE LA LUMIÈRE
## PAR LES ÊTRES VIVANTS

---

# LES ÉLATÉRIDES LUMINEUX

PAR

**RAPHAËL DUBOIS**

---

« Ce sont comme de petits Astres animez, qui dans les nuicts les plus obscures remplissent l'air d'une infinité de belles lumières, qui éclairent et brillent avec plus d'éclat que les Astres qui sont attachez au Firmament. »

DUTERTRE, *Hist. des Antilles françaises.* 1667.

## INTRODUCTION

Sur presque tous les points du globe, des myriades d'animaux lumineux émettent des clartés singulières, parfois même des feux d'une incomparable beauté, qui sont comme les rayons de la vie elle-même, puisqu'ils les tirent de leur propre substance, qui vit et meurt en les engendrant.

Ces animaux luisants naissent et se multiplient non seulement à la surface de la terre, dans les bois, dans les prés, mais encore jusqu'au sein des mers et dans les grandes profondeurs.

Les explorations sous-marines ont révélé, au fond des abimes, l'existence de véritables forêts de Polypiers lumineux : le sol lui-même est couvert d'un tapis de feu, et, dans ces féériques et mystérieux séjours, au milieu des créatures aux vives couleurs,

aux formes étranges, des Poissons bizarres, dont la tête est pourvue de puissants fanaux et dont le corps est tout enguirlandé de perles étincelantes, sillonnent l'espace à des centaines de brasses au-dessous du niveau des mers.

Cette faculté de produire de la lumière dans les milieux les plus divers et plus particulièrement là où celle des astres fait défaut, n'est pas l'apanage exclusif des animaux.

Les mycéliums, qui habitent les sombres galeries des mines, semblent aussi vouloir suppléer à la privation de la lumière du jour par leur vive phosphorescence.

Beaucoup de végétaux sont pourvus de cette propriété; mais, presque tous appartiennent aux degrés les plus inférieurs du règne végétal.

La lumière physiologique resserre encore les liens de parenté qui unissent les animaux aux végétaux.

Les manifestations les plus grandioses de ce phénomène vital s'observent précisément chez les infiniment petits, chez les Psychodiaires ou Protistes, comme on les a appelés, qui forment, pour ainsi dire, le tronc commun d'où partent en divergeant les deux branches animale et végétale.

Les effets d'ensemble produits par ces infimes activités particulières sont si considérables, que l'on peut dire, avec Ehrenberg, que la voie lactée traverse le monde des Vibrions et des Infusoires !

D'ailleurs, la production de la lumière par les êtres vivants est peut-être plus commune qu'on ne le suppose généralement.

Nos sens imparfaits ne nous révèlent l'existence de l'électricité animale que par l'application d'instruments délicats, si ce n'est dans quelques cas particuliers, chez les Poissons électriques, par exemple, où cette force atteint une intensité suffisante pour nous impressionner directement.

On en pourrait dire autant de la calorification, de la sensibilité, de la motilité et de tous les mouvements moléculaires dont l'ensemble permet, jusqu'à un certain point, de distinguer ce qui vit de ce qui ne vit pas.

La lumière physiologique a peut-être une importance plus grande qu'on ne le pense, et, dans tous les cas, on comprend facilement qu'une aussi belle manifestation de la vie ait pu de tous temps préoccuper les savants.

Aussi voyons-nous, depuis Aristote et Pline, dont les œuvres nous sont plus particulièrement connues, le nombre des investi-

gateurs aller sans cesse en augmentant et sans cesse aux faits connus s'ajouter des faits nouveaux.

On peut diviser en deux groupes les savants qui se sont occupés de cette question.

Le premier, de beaucoup le plus important, comprend ceux qui ont observé et relaté des faits particuliers donnant lieu toujours ou presque toujours à des remarques intéressantes à divers titres, selon les aptitudes spéciales et les moyens d'investigation mis en œuvre. Tour à tour, la zoologie et la botanique, l'anatomie et l'histologie, la physique et la chimie ont apporté leur tribut ; mais, en examinant avec attention les résultats obtenus, on éprouve le regret que toutes ces sciences ne se soient pas prêté un mutuel concours, en mettant simultanément à profit les ressources dont chacune d'elle dispose pour arriver à la connaissance de la vérité.

Le second groupe se compose des esprits généralisateurs, souvent dominés par une conception théorique *à priori*. Ceux-ci interprètent des faits qu'ils n'ont pas observés directement et se laissent souvent entraîner à les façonner au moule d'une hypothèse à laquelle ils donnent, sans preuves suffisantes, la valeur d'une notion scientifiquement acquise. A ce groupe appartiennent encore quelques simples compilateurs dont le rôle plus modeste n'est pas toujours le moins utile.

Cependant, l'étude de la production de la lumière par les êtres vivants est essentiellement du domaine de la physiologie générale, puisqu'il s'agit d'un phénomène commun aux animaux et aux végétaux ; aussi, avions-nous pensé tout d'abord qu'il était nécessaire d'avoir recours à la méthode qui est propre à cette branche supérieure des sciences biologiques.

Nous avions réuni et coordonné le plus grand nombre de faits possible ; mais, le seul enseignement qui résulte de ce travail, c'est qu'une généralisation prématurée serait sans valeur, plutôt contraire aux véritables intérêts de la science.

Alors, il nous a semblé qu'il était à la fois plus utile et plus prudent de borner nos efforts à l'étude aussi approfondie que possible d'un seul groupe d'êtres lumineux, en nous promettant toutefois de tenter pour tous les autres successivement l'application de la méthode adoptée dans ces recherches, si les moyens d'action dont nous disposons actuellement ne nous font pas défaut.

Le groupe que nous avons choisi est celui des Élatérides lumineux.

Ces brillants Insectes, les Pyrophores américains surtout, sont, de tous les êtres terrestres, les plus richement dotés sous le rapport de la production naturelle de la lumière.

A l'intensité et à la pureté de leur luminosité, ils joignent une grande force de résistance, une exquise sensibilité et une organisation suffisamment élevée, pour qu'il soit possible d'analyser avec fruit toutes les manifestations de leur organisme susceptibles d'avoir quelqu'influence sur la fonction photogénique.

Déjà, nous avions pu faire au Laboratoire de Physiologie maritime du Hâvre des observations physiologiques un peu superficielles, il est vrai, sur un de ces curieux Coléoptères, arrivé vivant de l'Amérique méridionale, après avoir navigué pendant plusieurs mois dans un navire chargé de bois de Campêche.

L'Insecte ayant résisté pendant plus de trois semaines, nous avons pensé que l'on pouvait tenter en France une étude approfondie, à la condition de posséder un nombre suffisant d'individus.

Notre espoir n'a pas été trompé, grâce aux généreux efforts de M. William Partridge, administrateur de la Station maritime de Physiologie du Hâvre, et au dévouement à la science de M. Guède, secrétaire de la Société d'horticulture de la Guadeloupe, bien connu déjà par ses belles recherches en Ethnologie.

Nous avons reçu des Antilles, par envois successifs, quelques centaines de Pyrophores, au moyen desquels nous avons pu, pendant plusieurs mois, entreprendre des expériences physiologiques qui n'avaient pas encore été tentées.

Dans le bois pourri que renfermaient les boîtes contenant les Insectes parfaits se trouvaient des œufs, qui nous ont permis d'assister à l'éclosion et au développement des larves jusqu'alors inconnues, ainsi que nous en avons acquis la certitude par l'étude attentive des travaux publiés antérieurement sur ce sujet.

Mais, si les matériaux nécessaires à nos recherches ne nous ont pas manqué, nous avons eu à vaincre plus d'une difficulté résultant de l'état peu avancé de la Physiologie et de l'Anatomie même des Coléoptères : des lacunes considérables existaient particulièrement dans l'étude des deux groupes des Élatérides et des Malacodermes, auxquels appartiennent presque tous les Insectes lumineux connus.

Or, il est bien évident qu'il n'est possible de tenter avec quelques chances de succès une recherche physiologique qu'autant que le terrain sur lequel en opère est bien connu.

L'anatomie descriptive des Pyrophores n'existait pas : quelques points de détails seulement avaient été signalés, en passant, par des histologistes et encore plusieurs d'entre eux étaient-ils erronés, ainsi que nous avons pu nous en convaincre par les recherches entreprises sous la savante et sympathique direction de M. Künckel d'Herculais, Aide-naturaliste au Muséum, dans le Laboratoire de M. le Professeur Émile Blanchard.

Nos premières recherches nous ayant fait comprendre tout l'intérêt qui s'attachait à l'étude approfondie de l'Anatomie comparée des Élaterides et des Lampyrides lumineux, ainsi que des espèces voisines non lumineuses, nous avons sollicité et nous avons été assez heureux pour obtenir la collaboration de M. Künckel d'Herculais, dont les beaux travaux sur l'Anatomie des Insectes font assez comprendre qu'il s'agit, pour nous, bien plus d'une précieuse initiation scientifique pratique que d'une simple collaboration.

Du travail entrepris en commun, nous avons détaché ce qui est relatif à l'anatomie descriptive du Pyrophore, bien que cette partie intéressante n'ait pas reçue tous les développements qu'elle comportera plus tard, mais seulement parce qu'elle nous a permis d'entreprendre avec assurance des expériences importantes et que son exposition était indispensable pour permettre de comprendre et de discuter les résultats de quelques-unes des nombreuses recherches physiologiques auxquelles nous nous sommes livré dans le Laboratoire de notre excellent Maître, M. le Professeur Paul Bert, dont les savants conseils et la bienveillante sollicitude ne nous ont jamais fait défaut.

---

## PLAN DE CE MÉMOIRE

### PREMIÈRE PARTIE

#### OBSERVATION.

##### Chapitre I. LITTÉRATURE.

§ 1. — Bibliographie.
§ 2. — Historique.

##### Chapitre II. ZOOLOGIE.

§ 1. — Caractères généraux des Élatérides.

§ 2. — Caractères généraux des larves. — Métamorphoses des Élatérides.

§ 3. — Des Pyrophorites. — Caractères généraux. — Classification.

§ 4 — Distribution géographique des Élatérides lumineux.

§ 5. — Caractères spécifiques du *Pyrophorus noctilucus.*

§ 6. — Développement. — Métamorphoses du *Pyrophorus noctilucus.*

Chapitre III. ANATOMIE DESCRIPTIVE.

§ 1. — Du squelette.

§ 2. — De l'appareil digestif.

§ 3. — De l'appareil circulatoire.

§ 4. — De l'appareil respiratoire.

§ 5. — Du système nerveux.

§ 6. — Des organes génitaux.

Chapitre IV. ORGANES LUMINEUX.

§ 1. — Historique.

§ 2. — Développement. — Structure et texture des appareils lumineux des Larves.

§ 3. — Histologie et texture des appareils lumineux de l'Insecte parfait.

DEUXIÈME PARTIE

EXPÉRIMENTATION

Chapitre I. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE LA LUMIÈRE DES PYROPHORES

§ 1. — Nature des rayons éclairants.

§ 2. — Photométrie et spectrophotométrie.

§ 3. — Longueur d'onde moyenne.

§ 4. — Propriétés organoleptiques de la lumière des Pyrophores.

§ 5. — Recherche de la lumière polarisée.

§ 6. — Rayons chimiques. — Photographie par la lumière animale. — Action sur la chlorophylle et sur diverses substances fluorescentes et phosphorescentes.

§ 7. — Rayons calorifiques. — Radiomètre. — Appareil thermo-électrique.

§ 8. — État électrique.

Chapitre II. INFLUENCE DES AGENTS MÉCANIQUES ET PHYSIQUES SUR LA PRODUCTION DE LA LUMIÈRE.

§ 1. — Action des agents extérieurs agissant mécaniquement; vibrations du diapason.
§ 2. — Action du froid; congélation.
§ 3. — Action de la chaleur.
§ 4. — Action de l'électricité.
§ 5. — Action de la lumière.
§ 6. — Dépression barométrique.

Chapitre III. ACTION DES AGENTS CHIMIQUES ET DES SUBSTANCES TOXIQUES ET VENIMEUSES SUR LA PRODUCTION DE LA LUMIÈRE.

§ 1. — Eau : α, *à la pression normale;* β, *sous les hautes pressions.*
§ 2. — Corps oxydants : *Oxygène à diverses pressions; Ozone. — Chlore. — Acide hypoazotique. — Vapeurs d'acide osmique.*
§ 3. — Gaz inertes : *Azote. — Hydrogène.*
§ 4. — Agents réducteurs : *Acide sulfureux. — Acide sulfhydrique. — Hydrogène phosphoré. — Aldéhyde éthylique. — Paraldéhyde. — Nitrite d'amyle.*
§ 5. — Agents anesthésiques : *Acide carbonique. — Protoxyde d'azote. — Alcool. — Éther. — Chloroforme. — Benzine. — Sulfure de carbone.*
§ 6. — Poisons non gazeux : *Curare. — Strychnine. — Cocaïne. — Atropine. — Digitaline. — Morphine. — Kaïrine. — Sels métalliques. — Venins.*

Chapitre IV. — ÉTUDE DES DIVERSES FONCTIONS ET DE LEURS RAPPORTS AVEC LA PRODUCTION DE LA LUMIÈRE.

§ 1. — Mœurs des Pyrophores. — Champ d'éclairage. — Organes des sens.
§ 2. — Alimentation. — Digestion.
§ 3. — Sang et circulation.
§ 4. — Des muscles. — Appareil du saut.
§ 5. — Innervation.
§ 6. — Respiration.

Chapitre V. CHIMIE.

§ 1. — Analyse spectrale. — Analyse qualitalive (renseignements fournis par l'). — Réactions histochimiques.

§ 2. — Réduction de la fonction photogénique à un phénomène chimique.

Chapitre VI. Conclusions.

Nous pensons que l'extension que nous avons cherché à donner à ces recherches trouvera sa justification dans ces paroles du grand Maître de la Physiologie française :

« Si, à l'aide de l'analyse expérimentale, on décompose l'organisme vivant en isolant ses diverses parties, ce n'est pas pour » les concevoir séparément. Quand on veut donner à la propriété » physiologique d'un organe ou d'un tissu toute sa valeur et sa » véritable signification, il faut toujours le rapporter à l'organisme » et ne tirer de conclusion sur elle que relativement à ses effets » dans l'ensemble organisé. Il faut reconnaître en un mot que le » déterminisme dans les phénomènes de la vie est non seulement » un déterminisme très complexe, mais encore un déterminisme » harmoniquement subordonné. Les phénomènes physiologiques, » si compliqués chez les animaux élevés, sont constitués par » une série de phénomènes qui s'engendrent les uns les autres » en s'associant et en se continuant vers un but final commun. » Cl. Bernard (*La Science expérimentale,* p. 69, Paris. 1878).

---

# PREMIÈRE PARTIE

## OBSERVATION

### Chapitre I. Bibliographie et historique.

#### § 1. — *Bibliographie des Élatérides lumineux.*

1526. Oviedo y Valdes Gonzalo fernandez, *De summario de la natural y general Istoria de las Indias.* Toledo, 1526.

Id. *Historia general y natura de las Indias Islas y Tierra firme del mar Oceano, publicada por la real Academia de la Historia.* part. I, II, Madrid, 1851, (Liv. XV, chap. ii, p. 52).

1536. Anghiera (Pietro Martire d'), *Decades of the New World. — De rebus Oceanio et orbe novo Decades.* Paris, 1536.

1634. Moufet, *Insectorum sive minimorum animalium theatrum.*

1635. JOANNÈS EUSEBIUS NIEREMBERGIUS, *Hist. nat.*, lib. XIII, c. III.
1647. THOMAS BARTHOLIN, *De luce animalium*, lib. III. Lugd. Batav., ex officina Francisi Hackii, p. 205.
1667. DUTERTRE, *Histoire générale des Antilles françaises*, p. 280. Paris.
1667. STUBBES, *A continuation of the Voyage to Jamaïca*. Philosoph. Trans., n° 36, p. 699 (Mem. of the Royal Society, 2e ed., 1745, p. 131). Id., Journ. d. Sçav., 1667.
1668. NORWOOD, *Observations in Jamaïca*. Philosoph. Trans., n° 41, p. 824 (Mem. of the Royal Soc., I, p. 152. London).
1725. SLOANE, *A Voyage to the Islands, Madera, Barbades, Nieves, St-Christophers and Jamaïca*, etc., II, p. 206. London.
1742. MELCHIOR JOHAN. ALB., *De Noctilucis (Lampyris, Elater)*. Franequeræ. Dissert. philosoph. inaug. (Bibl. de Lacordaire).
1756. BROWN, *The civil and natural history of Jamaïca*. London.
1763. GRONOV, *Zoophylacium Gronovianum*. Lug. Batav., p. 152, n° 474.
1764. LINNÉ, *Museum S. R. M. Lud. Ulr. Reg.* Holmiæ, 1764, p. 83, et *Syst. nat.*, ed. 12e, t. I, part. II. Holmiæ, 1767, p. 651.
1766. FOUGEROUX DE BONDAROY, *Mémoire sur un Insecte de Cayenne appelé Maréchal et sur la lumière qu'il donne*. Mém. Acad. d. Sc., p. 339.
1774. DE GÉER, *Mémoires pour servir à l'Histoire des Insectes*. Stockholm, IV, 1774, p. 160-161.
1790. OLIVIER, *Entom.*, II, p. 15.
1805. PALISOT DE BEAUVOIS, *Insectes d'Afrique et d'Amérique*. Paris.
1807. ILLIGER, *Monographie der Elateren (Elateren mit leuchtenden Flescken auf dem Halsschilde)*.
1809. AZARA, *Voyage dans l'Amérique méridionale* 1781-1801, I, p. 114. Paris, 1809, 4 vol. in-8° et atlas.
1810. MACARTNEY, *Observations upon luminous animals*. Phil. Trans., p. 277-79. V. 100.
1814. HUMBOLDT et BONPLAND, *Voyage au Nouveau-Continent*, III, p. 482. — HUMBOLDT, *Relation historique*, I, p. 79 et 533. — HUMBOLDT, *Tableaux de la Nature*, II, p. 69. Paris 1851.
1817. KIRBY AND SPENCE, *Introduction to Entomology*, p. 513 et Note abrégée de Morren, 7e éd., 1856, p. 503 et suiv.
1823. SPIX et MARTIUS, *Reisen in Brasil* et *Travels in Brasil*, 1817-1820.
1827. CURTIS, *Account of Elater noctilucus of the Westindies* Zool. journ., III, p. 379-382.

1830. Lacordaire, *Mémoire sur les habitudes des Insectes Coléoptères de l'Amérique méridionale.* Ann. d. Sc. nat., XX, p. 241 et *Introduction à l'Entomologie.*

1832. Burmeister, *Handbuch der Entomologie,* I, p. 535.

1832. Latreille, *Voyage de de Humboldt*, *Recueil d'observations de zoologie et d'anatomie comparée faites dans un voyage aux Tropiques dans les années 1799-1804*, V. Paris, 1811-1832. — *Insectes*, I, p. 127-304, pl. xv à xxv, II, p. 9 à 138.

1841. Heward (Robert), *Memoire of the fire-flies of Jamaïca (Verscheindenheit in emission des Lichles bei Elater und Lampyris.)* The Entomologist, p. 42-43.

1841. Morren, *Sulla fosforescenza delle Lampiridi noctiluca e splendidula;* Atti terza riunione Scienz. Ital. Fizenze, 1841, p.366. Isis, VII, p. 412, 1843.

1841. Germar, *Beiträge zu einer Monographie der Gattung Pyrophorus.* Germar's Zeits. d. Entom., III, p. 1, 1841. — *Bemerkungen über Elateriden.* Germar's Zeits. Entom., IV, p. 43, 1843; V, p. 133, 1844.

1841. Erichson, *Of Pyrophorus from Cuba.* Wiegmann's Archiv., I, p. 87.

1844. Reiche, *Note sur les propriétés lumineuses du Pyrophorus nyctophanes.* Ann. de la Soc. ent. franç., (2), II. Bull., p. 63-67.

1848. Gosse, *Of the Insect of Jamaica* et *Ueber das Leuchten von Pyrophorus noctilucus.* Ann. and Magazine Nat. Hist., (2), I, p. 200.

1850. Burnett, *On the luminous spots of the great Fire-fly of Cuba (Pyrophorus phosphorus).* Proceed. Boston Soc. Nat. hist. III, p. 290-291.

1853. de Lacaze-Duthiers, *Recherches sur l'armure génitale femelle des Insectes*, Ann. d. Sc. nat., (3), XIX, pl. 3, fig. 6, 7, 8, 9, 1853.

1853. Reinhardt (J.-T.), *Twende Jagttagelser af phosphorisk Lysning hos en Fisk og en Insectlarve.* Vidensk. Meddel. fra. d. Naturhist. Foren. Kjœbenh. for 1854, p. 60-65. — Transact. entom. soc. London, (2), III, 1854 (Proceed. p. 5-8). — Zeitschrift f. d. gesammt. Naturw, V, 1855, p. 208-212.

1855. Van der Hoeven, *Einige Woorden over het Lichten van den Zuid-Amerikaanschen Springkever.* Album der Natur, 1855; aflev. 7, p. 205-212.

1860. Montrouzier, *Essai sur la Faune entomologique de la Nouvelle-Calédonie.* Ann. Soc. Entom. Fr., p. 258.

1864. PASTEUR, *Sur la lumière émise par les Cucujos.* Compt. rend. Acad. d. sc., (2), LIX, n° 12, p. 509.

1864. BLANCHARD (E.), Compt. rend., LIX, p. 510, 1864. — *Métamorphoses, mœurs et instincts des Insectes,* p. 537. Paris, 1868. Comp. rend., LXXVII, p. 333, 1873.

1865. MILNE-EDWARDS, *Leçons d'Anat. et de Physiol.,* VIII, leç. 68e. Paris.

1863-65. CANDÈZE, *Monographie des Élatérides;* Mém. de la Soc. roy. d. sc. de Liège, XVII, p. 1-76, 1863. — Sep., IV, *Élatérides vrais,* p. 76, pl. I, fig. 3 et fig. 5 à 23.

Id., *Élatérides nouveaux.* Mém. couron. de l'Acad. Roy. de Belgique, XVII, p. 51, 1865.

1867. PERKINS (G.-A.), *Bespricht den « Cucujo » oder Westindischen Leuchtkäfer (Elater noctilucus).* Amer Natur., VIII, p. 442-443.

1868. ANDREW MURRAY, *On an undescribed light giving Coleopt. larva.* Soc. Linn., VIII, p. 74, pl. I.

1869. SMITH, *Larve von Pyrophorus of Urugay.* Proceed. entom. Soc. Lond., p. XV, 1869.

1870. PHIPSON, *Phosphorescence or the Emission of Light by Minerals, Plants, and Animals.* London, p. 146 et suiv.

1871. BURMEISTER, *Käfer-larve von Parana.* Proced. Linn. Soc., XI, p. 416 ff.

1872. LEPRIEUR, Soc. entom. de France, Bull., p. 68, à propos d'un passage du *Voyage à la Nouvelle-Grenade* du Dr Saffray, Tour du monde 605e liv.

1872. HEINEMANN (CARL), *Untersuchungen über die Leuchtorgane der bei Vera-Cruz vorkommenden Leuchtkäfer.* Erste Mittheilung. Arch. f. mikrosk. Anat., VIII, p. 461.

1873. DE DOS HERMANAS, *Sur les Cucujos de Cuba.* Compt.-rend., t. LXXVII, p. 333.

1873. GIRARD, *Les Taupins lumineux.* La Nature, 1re année, p. 337.

1873. ROBIN et LABOULBÈNE, *Appareil lumineux des Cucujos.* Compt. rend. Acad. d. Sc., LXXII, p. 511.

1874. TOWEND GLOVER, *Report of Entomologist and Curator of the Museum,* p. 152-169, fig. 1 à 10. *Habits and Luminosity of Pyrophorus physoderus* (fig. 3) *compared with P. noctilucus* (fig. 4) and *Photinus pyralis.* K : *A luminous elaterid ? larva.* Psyche, V, I.

1874. BEACH (A.), The Science record for 1874. A compendium of scientific Progress and Discovery during the past Year, with illustrations, VIII, p. 598, avec fig. New-York.

1875. DARWIN, *Voyage d'un naturaliste autour du monde.* Paris.
1875. PICKMAN MANN'S, *Note on the luminous Larve of Elateridæ* (*Asaphes Memnonius*). Psyche, I, p. 89.
1876-77. WEYENBERGH (H.), *Eine leuchtende Käfer-larve.* Horæ Soc. Rossicæ, XII, p. 177, fig., tab. IV, B.
1876. RICHARD NAPP, *Cours sur les Arthropodes de la faune de la République Argentine* (*Lampyrides et Élatérides*), p. Weyenbergh. Die argentinische Republik.
1881. GADEAU DE KERVILLE (HENRI), *Les Insectes phosphorescents,* Rouen.
1881. CANDÈZE, *Élatérides nouveaux.* Mém. Soc. d. Sc. de Liège, IX, (2).
1882. BOWLES, *On luminous Insects.* Rep. Entom. Soc. Ontario, p. 34-37, fig. 16 (figure représentant un Pyrophore).
1884. DUBOIS (R.) et AUBERT, *Sur la lumière des Pyrophores.* Compt. rend. Acad. d. Sc. Paris, 1884.
1884. DUBOIS (R.), *Note sur la Physiologie des Pyrophores.* Soc. de biolog., (8), I, n° 40. Paris.
1885. DUBOIS (R.), *Fonction photogénique des Pyrophores.* Soc. de biolog., (8), II, n° 30, p. 559. Paris.

## § 2. — *Historique.*

« Je n'ai rien vu dans toute l'Amérique digne à mon jugement « d'estre admiré, comme les Mouches luisantes. Ce sont comme « de petits astres animez, qui dans les nuicts les plus obscures « remplissent l'air d'une infinité de belles lumières, qui éclairent « et brillent avec plus d'éclat, que les Astres qui sont attachez « au firmament. »

C'est en ces termes qu'en 1667, le R. P. Dutertre, de l'ordre des FF. Prêcheurs de Saint-Louis, auteur de l'*Histoire des Antilles françaises*, exprimait son admiration pour les charmantes créatures qui font l'objet de cette étude.

Aussi n'est-on pas surpris de voir les hardis investigateurs qui, les premiers, eurent le bonheur de faire la conquête scientifique du Nouveau-Monde, consacrer parfois plusieurs pages de leurs précieux recueils aux Mouches lumineuses qui d'ailleurs paraissaient jouer un rôle relativement important dans la vie des Indiens.

Tout d'abord Oviedo (1526), qui s'intitule le premier chroni-

queur du Nouveau-Monde, nous raconte, avec l'élégante simplicité du vieux langage castillan, des choses qui remplissent tout un chapitre intitulé : *Les Mouches ou Insectes et Animaux semblables qui volent et brillent la nuit et en particulier sur l'un d'eux qui est en cette île (Haïti) et que les Indiens appellent « Cocujo. »*

« Il existe, « dit-il, » dans toutes ces îles, beaucoup de Mouches, d'Insectes et de Scarabées qui brillent la nuit en marchant et en volant, comme ceux qui, en Castille, portent le nom de *Luciernegas* et que l'on voit se mettre en mouvement au printemps et en été. Dans ces contrées, on les trouve presque en tout temps, parce qu'il y a peu de différences du jour à la nuit et que le climat est tempéré : il y a peu de chaleurs excessives, peu de variations suivies de froid : on ne le ressent que rarement quand le vent vient du nord ou bien dans certaines chaînes de montagnes où il souffle avec violence. Il existe beaucoup de Luciernegas (Lucioles, Vers luisants), mais ils sont petits : on en trouve cependant une espèce qu'il est important de noter pour beaucoup de raisons.

« C'est un animal très connu dans cette île espagnole et dans toutes celles qui l'entourent, sorte de *Scarabée* presque aussi gros que le pouce ou quelque peu moins. Il possède deux ailes dures au-dessous desquelles on en trouve deux autres, mais plus délicates, qu'il préserve et cache au moyen des deux supérieures, quand il cesse de voler. Il a les *yeux* resplendissants comme des chandelles, de sorte que, là où il passe en volant, il rend l'air aussi lumineux que le pourrait faire le feu seulement.

» Dès que la nuit tombe, si l'on porte un *Cocujo* dans sa main, on voit souvent ceux qui ont besoin d'allumer une chandelle venir pour y prendre du feu : enfermé dans une chambre obscure, il est assez lumineux pour que l'on puisse lire et écrire une lettre.

» Si l'on rassemble quatre ou cinq de ces *Cocujos* et qu'on les suspende en les enfilant, ils peuvent servir autant qu'une puissante lanterne, dans la campagne et dans la montagne, pendant une nuit obscure.

» Lorsqu'on était en guerre à Haïti et dans les autres îles, les Chrétiens et les Indiens se servaient de ces feux pour ne pas se perdre les uns les autres ; les Indiens, en particulier, fort habiles à prendre ces animaux, s'en faisaient des colliers, quand ils voulaient se faire voir à une lieue de distance et plus loin encore.

» Dans la campagne comme dans la case, ceux qui les possèdent

font avec ces *Cocujos* ce qu'ils veulent pendant la nuit, sans que l'air, la violence du vent ou aucune pluie puisse les priver de lumière et les empêcher de voir par quelque temps que ce soit.

» Quand les chefs de guerre font des marches de nuit dans cette île, l'officier, le capitaine ou le guide, qui va devant en sondant l'obscurité, porte sur la tête un *Cocujo* et sert de phare à toute la troupe qui le suit.

» La clarté qui existe dans les *yeux* de cet animal se montre aussi dans le dos quand il entr'ouvre ses ailes pour voler. Pendant le vol, il donne encore plus de clarté en montrant ce que cachent ses ailes : cette clarté est la même que celle des *yeux* et pendant qu'il vole, l'une s'ajoutant à l'autre, l'éclat est plus intense.

» On a l'habitude d'enfermer ces *Cocujos* dans des cages et de les conserver pour travailler dans les maisons ou pour souper, pendant la nuit, en se servant de leur lumière, sans qu'il soit nécessaire d'en avoir une autre. Quelques Chrétiens agissaient de même, afin d'épargner l'argent qu'il aurait fallu pour acheter de l'huile pour alimenter leurs lampes, soit parce qu'elle était très chère, soit parce qu'il n'y en avait pas.

» Dès que l'on s'apercevait que les *Cocujos* commençaient à dépérir ou que l'ennui de leur prison les faisait languir et qu'alors la faculté de briller diminuait, on les rendait à la liberté et on en prenait d'autres pour s'en servir pendant quelque temps.

» Les Indiens se frottaient la poitrine avec une pâte qu'ils faisaient avec les *Cocujos,* au moment des fêtes ou quand ils voulaient se divertir en faisant peur à ceux qui ne savaient de quoi il s'agissait : il semblait alors que tout ce qui avait été frotté avec la substance du *Cocujo* était embrasé.

» Ceux qui ont besoin de *Cocujos* sortent le soir, au crépuscule, tenant à la main un tison enflammé et montent sur une éminence, afin d'être vus des Insectes : ils les appellent en s'agitant dans tous les sens et en criant très haut : « Cucuie ! Cucuie ! »

» Le menu peuple indien pensait que ces Insectes aimaient la compagnie, parce qu'ils venaient volontiers, par troupes nombreuses, en volant avec beaucoup de vitesse et d'empressement, lorsqu'on les appelait ; mais ils font plutôt diligence vers la lumière du brandon, parce que les essaims de Moucherons y volent également et qu'ils les dévorent pour se nourrir (*sic*).

» Quelques *Cocujos* suivent le tison et brillent sur le sol, il est alors aisé de les prendre, comme un promeneur peut, s'il en a besoin, prendre un Hanneton marchant avec ses ailes fermées.

» Pour s'amuser, plaisanter ou effrayer ceux qui sont épouvantés par chaque ombre, on dit que certains sauvages farceurs étalent sur leur visage, pendant la nuit, la chair des *Cocujos* qu'ils tuent, dans le but de se montrer brusquement à leurs voisins avec un visage enflammé, à la manière des jeunes espiègles qui se font des mâchoires magiques pour effrayer les enfants et les femmes qui tremblent facilement.

» A mesure que l'animal dépérit, la lumière s'éteint peu à peu, puis complètement, mais elle ne se transforme jamais en aucune autre lumière. »

Oviedo termine ainsi son récit : « Cela est suffisant, car, par rapport aux Luciernegas et autres Vers lumineux, ceux-ci sont, comme il a été dit, de beaucoup les plus importants. »

Il était indispensable de rapporter presque textuellement les paroles d'Oviedo, car plusieurs auteurs qui ont écrit depuis sur le même sujet lui ont emprunté jusqu'à ses erreurs, sans le citer et sans rien ajouter à ce qui était connu de son temps.

Diverses remarques originales et observations intéressantes sont dues également à Pietro Martire (d'Anghiera) (1), contemporain d'Oviedo : c'est à ces deux auteurs, ainsi qu'à divers témoins oculaires qu'il ne nomme pas, que Moufet emprunte les curieux détails consignés dans son *Théâtre des Insectes*, à propos des Cucujos (2) auxquels il donne le nom de « Κεφαλολαμπις » pour les distinguer des Vers luisants dont les organes lumineux siègent sur l'abdomen.

D'après Moufet, les Indiens se servaient de cet Insecte pour débarrasser leurs demeures des Moustiques nocturnes ; ils les utilisaient pour chasser, en se les attachant aux doigts de pieds, et aussi pour pêcher (3).

Il décrit à peu près de la même manière qu'Oviedo la façon dont se fait la chasse aux *Cucujos* : « Quand, par suite de l'absence de lumière, les Indiens se voient obligés de passer leurs nuits dans l'inaction, ils sortent avec un tison allumé et se mettent à

(1) Pietro Martire a écrit d'après les manuscrits originaux de Christophe Colomb et les relations envoyées au Conseil des Indes dont cet auteur était membre.

(2) La plupart des auteurs qui écrivent après Oviedo remplacent la lettre *o* par la lettre *u* : le mot Cocujo devient Cucujo.

(3) Nos pêcheurs se servent parfois d'un ou plusieurs Vers luisants enfermés dans un petit flacon de verre pour attirer le poisson dans leurs filets, moyen prohibé d'ailleurs en raison de sa trop grande efficacité.



crier : « Cucuje, Cucuje ! » remplissant l'air de leurs cris perçants jusqu'à ce que les Insectes arrivent, soit qu'ils volent vers la lumière qui les attire, soit qu'ils fuient le froid. On les fait tomber à terre avec des branches de feuillage ou bien on se sert de filets faits exprès et on peut ensuite les saisir à la main.

Moufet raconte encore que lorsque le noble Thomas Candisius et le Chevalier Robert Dudley, fils du célèbre Comte Robert de Leicester, mirent les premiers le pied sur la côte des Indes occidentales, où ils abordèrent dans la nuit, ils aperçurent dans la forêt avoisinante une quantité innombrable de lumières semblables à des torches allumées qu'ils virent se rapprocher d'une façon imprévue : ils se réfugièrent rapidement sur leurs vaisseaux pensant que les Espagnols s'étaient établis dans les bois, avec leurs arquebuses, mèches allumées.

Joan. Eus. Nierembergius (1635) reproduit, en grande partie d'après Pierre Martire, des faits déjà connus. Il croit à l'existence de quatre *miroirs* très lumineux, dont deux seraient placés dans les yeux et deux autres dans les flancs, cachés dans une gaîne. Les indigènes croient que les *Cucujos* aiment les chants et s'exerçent à suivre dans les fêtes les mouvements des danseurs, mais Nierembergius pense que les divers circuits qu'ils exécutent n'ont pour but que d'atteindre les Moustiques, dont ils se nourrissent. Il sait également que la substance lumineuse extraite du corps de l'animal continue à briller pendant quelques instants. La lumière est due, d'après cet auteur, à une humeur luisante renfermée dans une substance délicate qu'il croit de nature volatile et dont le siège serait sous la peau de l'Insecte.

Thomas Bartholin (1647), dans son traité « *de Luce animalium* », le premier ouvrage de généralisation ayant trait à cette question, fournit également divers renseignements empruntés, en majeure partie, aux auteurs cités antérieurement. Il mentionne l'existence au Mexique d'une espèce analogue à celle des Antilles, mais plus petite, lisse, mince, « *brillant d'une admirable façon dans l'obscurité* » ; il a soin d'ajouter que chez nous elle est aussi rare que le Corbeau blanc et que Cardan, sachant que la lumière persistait après la vie, avait promis d'en retirer une liqueur lumineuse que des praticiens de cette époque auraient songé à employer pour rendre la vue aux aveugles !

Les observations de Dutertre, consignées dans son *Histoire des*

*Antilles françaises* (1667), ne nous apprennent pas des choses bien nouvelles, mais elles méritent d'être reproduites textuellement en raison de la beauté du style dans lequel elles sont écrites : « De jour, ces bêtes rendent hommage à ce bel astre, duquel toutes choses lumineuses empruntent ce qu'elles ont de splendeur et d'éclat, car elles savent si bien cacher leur lumière que ceux qui ne les connaissent pas les prendraient pour de vils escarbots : elles se retirent dans les bois pourris jusqu'à ce que le soleil soit couché. Et alors elles prennent leur vol qui de çà qui de là, et il semble que ce soit autant de chandelles allumées, portées par des mains invisibles le long des forests et des habitations. Je ne sais si c'est l'amour ou l'envie qui les fait courir avec tant d'ardeur, après les choses qui brillent et esclatent tant soit peu ; mais il ne faut que poser une chandelle, un tison de feu, ou une mèche allumée, pour les faire approcher, et faire tant de tours aux environs de ces lumières étrangères, que bien souvent elles y éteignent la leur, en s'y brûlant comme des Papillons à la chandelle.

» Ces petites chandelles suppléent souvent à la pauvreté de nos Pères, ausquels la chandelle et l'huile manquent la plupart de l'année : quand ils sont dans cette nécessité, chacun se saisit d'une de ces Mouches et ne laisse pas de lire matines aussi facilement que s'ils avaient de la chandelle.

» Si ces Mouches estoient incorruptibles comme les pierreries, et que leur lumière les survequit, il est certain que les diamans et les escarboucles perdraient leur prix : mais cette lumière est tellement attachée à la disposition de l'animal, que lorsqu'elles sont en pleine santé, elles font feu de toutes parts ; et quand elles sont malades, cette lumière s'affaiblit, et elle se perd entièrement, lorsqu'elles meurent. Cela se remarque facilement par ceux qui en veulent conserver en vie, car elles ne vivent que quinze jours ou trois semaines estant ainsi prises. »

Il ajoute que le S[r] de Rochefort rapporte que les sauvages se frottent le corps de la liqueur luisante; mais c'est un conte fait à plaisir. C'est à tort également que cet observateur aurait prétendu qu'elles ne vivaient que de fleurs : d'après Dutertre elles se nourrissent de bois pourri et celles que l'on trouve à la Guadeloupe ne semblent pas vivre d'autre chose.

Le P. Dutertre en aurait observé à la Martinique une espèce toute différente et guère plus grosse que la Mouche commune : « Celles-cy font briller en un moment dans l'air dix à douze petits

éclairs d'un feu doré, le plus agréable du monde, puis elles s'arrêtent et cachent leur feu tout-à-coup, et à un moment de là elles recommencent et vont ainsi voltigeant toute la nuit, faisant paraître à chaque démarche un petit échantillon de leur gloire. Cette clarté est attachée à une certaine substance blanche, de laquelle elles sont toutes remplies, et la font paraître par les incisions de leur peau quand il leur plaît. »

Stubbes (1667) fait remarquer que les Mouches lumineuses de Cuba et de la Jamaïque diffèrent par leur taille : elles peuvent diminuer leur lumière ou l'augmenter pendant le vol et continuent à briller après leur mort.

Une observation de Norwood, publiée vers la même époque, confirme l'exactitude des faits avancés par Stubbes : cet observateur pouvait lire un imprimé et même écrire facilement avec la lumière que ces Insectes émettaient encore après leur mort.

Sloane, qui écrit en 1725, donne pour la première fois une description des caractères morphologiques de ces Insectes ; il croit, avec Cardan, que l'on pourrait en retirer par distillation une eau merveilleuse et mentionne, comme Nierembergius, l'existence de quatre foyers lumineux.

Il est également question de ces Elaters lumineux dans un travail de Melchior qui fit partie de la bibliothèque de Lacordaire, mais nous n'avons pu retrouver ce document qui fut imprimé en 1742.

Brown (1756) s'est surtout appliqué à déterminer les caractères extérieurs de ce Coléoptère et il décrit avec soin l'appareil singulier que l'on retrouve chez les Insectes non lumineux, du même genre, qui habitent nos contrées et qui leur permet, étant placés sur le dos, de faire des bonds de plusieurs pouces de hauteur pour retrouver leur position normale, ce qui leur serait impossible en raison du peu de longueur de leurs pattes. La lumière jaillit naturellement quand l'Insecte est éveillé, mais il l'interrompt à volonté et alors les glandes *(sic)* chargées de la produire deviennent opaques. Il pense que toutes les parties internes de l'Insecte sont lumineuses, mais que l'imperméabilité des téguments empêche la lumière de paraître à une autre place que celle où on

l'observe d'ordinaire ; ce qui, selon Brown, prouve qu'il en est ainsi, c'est qu'en forçant les anneaux qui recouvrent les différentes parties du corps à s'écarter, on peut observer la lumière qui s'échappe évidemment des entrailles de l'animal. « On les voit, » dit-il, « rarement dans le jour, mais le soir ils s'éveillent et continuent à briller et à se mouvoir une partie de la nuit. Ils se servent de leur lumière pour se reconnaître entre eux, se réunir et provoquer ainsi les conditions les plus favorables à la conservation de l'espèce. Les Nègres, qui savent cela, mettent à profit l'instinct qui les porte à se rassembler : ils placent un de ces Insectes entre leurs doigts et lui font exécuter des mouvements de haut en bas et de bas en haut : les autres *Cucujos* attirés par la lumière volent vers celui qui l'émet et ne s'aperçoivent pas toujours à temps du piège qui leur est préparé. »

C'est au mois de septembre de l'année 1766, que le premier *Cucujo*, observé vivant en Europe, fit inopinément son apparition dans le faubourg Saint-Antoine, à Paris.

Fougeroux de Bondaroy nous raconte ainsi ce petit événement qui fit alors sensation dans ce quartier où l'Insecte était sans doute arrivé avec quelque chargement de Bois des Iles : « Le temps était doux et serein, deux femmes virent descendre et se reposer sur une croisée une lumière qu'elles comparèrent pour son éclat à ces feux que le vulgaire connaît sous le nom d'*étoiles coulantes* : on reconnut qu'un Insecte donnait cette lumière dont les yeux avaient peine à soutenir la vivacité..... »

Dans la communication qu'il fit à l'Académie des Sciences, Fougeroux de Bondaroy dit seulement à propos des métamorphoses de cet Insecte : « On sait qu'avant de devenir Scarabée, il reste longtemps sous la forme de Ver, qu'il se nourrit du bois qu'il ronge et dans lequel il s'est introduit jeune. » Il émet l'opinion que l'on pourrait l'acclimater sans qu'on put appréhender que sa multiplication fit un grand tort à nos récoltes.

En 1790, Olivier, dans son grand traité d'Entomologie, signale et décrit avec soin trois espèces de Taupins lumineux. Le premier habite l'Amérique méridionale et les Antilles, c'est l'*Elater noctilucus;* le second se rencontre à Surinam et est désigné sous le nom d'*Elater phosphoreus;* enfin il fait connaître une troisième espèce originaire des mêmes localités et qu'il appelle *Elater ignitius*.

Selon Palisot de Beauvois (1805), qui donne une belle figure de l'*Elater phosphoreus*, la description de cet Insecte par Olivier est défectueuse et il reproche à Brown et à Sloane de l'avoir confondu avec l'*Elater noctilucus*. Palisot, qui a plusieurs fois ouvert de ces Insectes, a trouvé dans l'intérieur du corps une matière onctueuse et lumineuse comme du phosphore. La lumière que répand le Taupin phosphorique est moins vive, plus verdâtre, plus terne et moins abondante que celle de l'*Elater noctilucus ;* quarante à cinquante de ces derniers, enfermés dans un flacon de verre blanc, donnent une lumière suffisante pour permettre d'écrire la nuit, mais il faut quatre fois autant d'individus de l'espèce du Taupin phosphorique pour produire le même résultat.

Les Nègres de Saint-Domingue les nomment « *Coucouilles* ». Ils sont recherchés par les petits négrillons qui courent après ces Insectes dans la savane en les appelant par leur nom; ceux-ci, effrayés du bruit et du mouvement, cherchent un refuge en se posant sur les arbres ; quelquefois ils sont si étourdis qu'ils se précipitent sur les cheveux des personnes qu'ils rencontrent et même de ceux qui les poursuivent. Les Nègres pensent, comme autrefois les Indiens, que ces Insectes entendent leur nom et viennent à l'appel qu'ils leur font (1).

Illiger publie, en 1507, une monographie des Élatérides qui portent des plaques lumineuses sur le thorax et décrit seize espèces différentes.

Les premières recherches anatomiques sur la structure des organes lumineux sont dues à Macartney qui, en 1810, reconnaît que les organes lumineux situés dans le corselet sont constitués par une substance jaune particulière, placée derrière une partie transparente du tégument, qui permet de voir la couleur naturelle de cette substance pendant le jour (Voir 1re part., chap. IV).

De Humboldt et Bonpland, pendant un voyage au nouveau continent qui a duré plusieurs années et dont la relation a été publiée en 1814, ont eu l'occasion d'observer ces intéressants

(1) On ne doit pas être surpris de l'existence de cette croyance, car, encore aujourd'hui, à Haïti, les indigènes ont des Taupins les mêmes idées superstitieuses que celles qui se sont conservées dans nos campagnes relativement aux *feux follets* : comme ceux-ci, les Taupins hantent souvent les cimetières et l'on croit dans certaines localités que c'est l'âme des morts que l'on voit reparaître sous la forme de ces lumières vivantes.

insectes. La première et la seule expérience connue, relative à l'influence du système nerveux sur la production de la lumière chez les Pyrophores est due à de Humboldt. « On peut d'ailleurs, » dit cet observateur dans les *Tableaux de la Nature,* « se convaincre facilement par des expériences que la phosphorescence des animaux vivants est due à l'irritabilité des nerfs. J'ai tiré une lumière très vive d'un *Elater noctilucus* qui était mourant, en touchant le ganglion d'une de ses pattes antérieures avec du zinc et de l'argent. »

De Humboldt aurait également, d'après Perty, constaté que les larves des Élaters lumineux vivaient dans la racine de la Canne à sucre; mais, nous n'avons pu retrouver le passage où il est question de ces larves.

En passant dans le chemin qui conduit au port de la Trinidad le célèbre voyageur fut, dit il, singulièrement frappé du spectacle qu'un séjour de deux ans dans la partie la plus chaude des tropiques aurait dû lui rendre familier : « Nulle part ailleurs je n'ai vu cette innombrable quantité d'Insectes phosphorescents *(Cucujo, Elater noctilucus);* les herbes qui couvraient le sol, les branches et le feuillage des arbres, tout brillait de ces lumières rougeâtres et mobiles dont l'intensité varie à la volonté des Animaux qui les produisent. On aurait dit la voûte étoilée du firmament abattue sur la savane.

» Dans la case des habitants les plus pauvres de la campagne, une quinzaine de *Cucujos*, placés dans une Calebasse percée de trous, servent à chercher les objets pendant la nuit. Il suffit de secouer fortement le vase pour exciter l'Animal à augmenter l'éclat des disques lumineux qui se trouvent placés de chaque côté de son corselet. Le peuple dit, avec une vérité d'expression très naïve, que les Calebasses remplies de *Cucujos* sont des lanternes qui sont toujours allumées; elles ne s'éteignent en effet qu'avec la maladie ou la mort des Insectes qu'il est aisé de nourrir au moyen d'un peu de Canne à sucre. Une jeune femme nous racontait à la Trinidad de Cuba que, pendant une longue et pénible traversée à la Terre-Ferme, elle avait tiré parti de la phosphorescence des *Cucujos* chaque fois que de nuit elle donnait le sein à son enfant, le capitaine du navire ne voulant pas, à cause de la crainte des corsaires, qu'on allumât d'autre lumière à bord. »

Pendant un voyage au Brésil qui dura trois années (1817-1820), Spix et Martius ont eu fréquemment l'occasion d'observer des Pyro-

phores. Ils rapportent que les espèces « phosphoriques » sont nombreuses jusqu'à Bonaria et qu'on en trouve également dans le royaume du Chili. On les voit rarement pendant le jour; mais, à la nuit tombante, elles envahissent en grand nombre les arbustes au milieu desquels elles volent en troupes serrées, les branches sont alors embrasées de feux d'émeraude qui offrent aux yeux le spectacle le plus agréable; tant que les lueurs phosphoriques vibrent, elles s'élèvent rarement plus haut. Leur vol est plus rapide et plus continu que celui des autres Élaters. Ces auteurs indiquent qu'il existe seulement trois points lumineux, mais placent la plaque abdominale « à la partie postérieure du mésothorax, dans une cavité triangulaire aplanie revêtue d'une membrane très fine jusqu'à une ouverture très petite recouverte de substance cornée : cette membrane contient la matière phosphorique; » mais, ils ajoutent que « lorsque l'Insecte vole, le mésothorax se sépare du métathorax. » La lumière de l'Insecte est à volonté diminuée ou éteinte totalement. Après la mort, la lumière décroît peu à peu ; mais, l'eau bouillante la ranime. Les Indiens, disent-ils, les aiment et les vénèrent.

Curtis, qui cependant écrit en 1827 c'est-à-dire vingt ans après la publication du travail d'Illiger, ne compte que les six espèces d'Élaters lumineux énumérées par Schönher, il donne divers détails sans grand intérêt que l'on trouve d'ailleurs dans les auteurs qui l'ont précédé. Il sait que la larve est xylophage, que l'Insecte se nourrit de Canne à sucre et que la luminosité peut être ranimée par le frottement, même après la mort. Il rapporte qu'à la Havane on conserve ces Insectes dans des cages en ayant soin de leur faire prendre des bains d'eau tiède; les dames en font provision, pour s'en servir dans les soirées : elles les fixent dans les boucles de leur chevelure, sous le voile qui recouvre leur tête et relèvent ainsi l'éclat de leur beauté de celui de ces terrestres étoiles.

Lacordaire (1830) fait remarquer que le vol des Pyrophores, qu'il a observés dans l'Amérique méridionale, est plus rapide et plus soutenu que celui des Élatérides ordinaires; leurs espèces sont assez nombreuses et on les rencontre jusqu'à Buenos-Ayres et au Chili, localité qui lui a fourni deux espèces nouvelles.

Il combat l'opinion de Brown cité par Latreille, et de quelques autres auteurs qui prétendent que l'Insecte entier est lumineux.

Selon Lacordaire, les réservoirs sont au nombre de trois ; l'emplacement est bien nettement indiqué, en ce qui concerne les plaques du prothorax; mais, il place l'appareil abdominal à la partie postérieure du mésothorax : « lorsque l'animal vole, le mésothorax se sépare du métathorax et il jette par là une lumière moins brillante que celle des taches du corselet, mais qui paraît plus considérable de loin. » Le célèbre entomologiste ajoute enfin : « Le plus grand de tous et le plus commun est l'*Elater noctilucus* (Linn.) dont il est parlé dans les plus anciennes relations de voyage et sur lequel on n'a pas encore donné de renseignements exacts. »

Ce qui montre combien de points incertains existaient encore à cette époque dans l'histoire de ces Insectes, c'est ce que Burmeister écrit deux ans plus tard (1832) dans son manuel classique d'Entomologie. Il émet des doutes sur l'exactitude de l'opinion de Pietro Martire, en faisant remarquer que les Taupins ne sont pas carnivores et ne peuvent manger les Moustiques, puisqu'ils vivent du nectar des fleurs : « Cependant, » dit-il, « en raison des détails fort circonstanciés donnés par Pietro Martire, il y a lieu de faire certaines réserves, car il existe des Carabides et des Coccinelles qui sont végétariens alors que le reste de la famille est carnivore ».

Il nous paraît convenable de clore ici cet exposé historique, déjà fort long, parce que, dès à présent, il approche suffisamment du but que nous nous sommes proposé d'atteindre en l'écrivant.

Nous avons cru nécessaire d'avoir toujours recours aux textes originaux afin de débarrasser l'histoire de ces Insectes de récits dictés trop souvent par l'imagination, en dehors de toute observation directe.

L'origine de la découverte des Élaters lumineux étant accessible, puisqu'elle ne remonte pas au-delà de la conquête du Nouveau-Monde, on pouvait se proposer de rassembler, sinon toutes, au moins presque toutes les observations publiées depuis cette époque et faire connaître, par un exposé aussi complet que possible, à qui revenait le mérite de l'exactitude et à qui incombait la responsabilité des notions erronées.

D'ailleurs, bien que nous soyons convaincu qu'il est moins difficile de voir la nature telle qu'elle est que de la reconnaître telle qu'on nous la présente (Buffon), nous ne nous sommes pas cru autorisé à dédaigner les observations consignées par des

savants, dont plusieurs ont acquis dans la science une grande notoriété, d'autant mieux que la plupart ont pu observer, dans leur pays natal, en pleine liberté sous les tropiques, ces curieux Insectes que nous n'avons possédés qu'à l'état de captivité. Pourtant, on verra par la suite combien d'erreurs peuvent résulter d'une observation passagère et incomplète, quelque soit d'ailleurs la valeur de celui qui observe et l'on demeurera convaincu qu'une étude complète et minutieuse de ce sujet était absolument indiquée.

A partir de 1832 les observations publiées prennent un caractère moins général, plus précis. A l'exception de quelques auteurs qui rééditent avec plus ou moins d'exactitude des faits depuis longtemps connus, la plupart donne des renseignements pouvant servir de fondement à une discussion véritablement scientifique; et, ce sont ces renseignements qui nous serviront à établir l'historique des matières qui sont traitées à un point de vue spécial dans chacun des chapitres de ce travail.

Grâce à la disposition chronologique adoptée dans l'exposé bibliographique, il sera toujours facile de trouver les sources où nous avons puisé, quand il s'est agi uniquement des Élatérides lumineux.

Les indications bibliographiques mises en remarque au bas des pages se rapportent exclusivement aux recherches que nous avons dû faire parallèlement ou comparativement et qui ne font partie que d'une manière accessoire de l'étude des Élatérides lumineux.

---

## CHAPITRE II

### ZOOLOGIE.

#### § 1. *Caractères généraux des Élatérides.*

Le groupe des Pyrophorites, auquel appartiennent les Cucujos, fait partie de la famille si curieuse des Élatérides désignés vulgairement sous le nom de *Scarabés à ressorts.*

Les caractères généraux zoologiques et anatomiques établissent les plus grandes affinités entre les Coléoptères confondus autrefois sous le nom de *Malacodermes* et les *Élatérides*. Ce sont surtout les Lampyrides qui servent de trait d'union.

Ces liens de parenté sont encore resserrés par la propriété que possède un grand nombre d'espèces de ces deux familles d'émettre de la lumière, et, circonstance plus singulière encore, de monopoliser, pour ainsi dire, dans le monde des Insectes, la production de cette lumière (1).

Les Élatérides auxquels on donne encore les noms de *Maréchaux, Taupins, Forgerons,* pris dans leur ensemble, sont des Insectes de taille médiocre, bien que ceux des pays chauds soient plus grands que ceux qui habitent dans nos contrées. Ce n'est pas en général par la couleur de leurs téguments qu'ils se font remarquer, car celle-ci est d'ordinaire uniforme et peu brillante.

La tête fortement enchassée dans le corselet, est généralement très inclinée; elle est le plus souvent recouverte au-dessous par une pièce pectorale, prolongement du prothorax qui forme mentonnière; les antennes de 11 à 12 articles, insérées sur le bord antérieur de la tête en avant des yeux sont dentées, souvent pectinées chez le mâle et quelquefois aussi filiformes : la lèvre supérieure est distincte : chaque lobe de la mâchoire est lamelliforme et cilié : la languette est sans paraglosse.

La cavité qui sert d'insertion aux hanches antérieures reste ouverte en arrière; ces hanches sont presque globuleuses; les hanches postérieures très petites sont en partie cachées par le bord postérieur du métasternum.

Les jambes linéaires portent de courts éperons terminaux et les tarses de cinq articles sont pourvus en dessous de lamelles. On distingue cinq segments à l'abdomen.

Les Insectes de cette famille sont principalement caractérisés

(1) Les Élatérides et les Lampyrides fournissent en effet les exemples les plus remarquables et les plus nombreux d'espèces douées de la propriété de produire de la lumière; mais pour de nombreuses raisons que nous ne pouvons exposer ici, sans sortir des limites que nous nous sommes imposées, nous pensons que cette propriété est beaucoup plus générale qu'on ne l'a supposé jusqu'à présent. Elle a été signalée chez d'autres Coléoptères, en particulier chez un Bupreste de l'Inde *(Buprestis ocellata)*, par Latreille. Parmi les Orthoptères on l'a observée sur des individus appartenant au genre *Anurophorus*, chez les Diptères dans les genres *Culex* et *Thyreophora*, et chez les Hémiptères du genre Fulgore. Ajoutons que certains Insectes qui sont, à l'état adulte, dépourvus d'organes lumineux en possèdent au contraire à l'état de larves, fait important sur lequel nous aurons l'occasion de revenir. Nous n'insistons pas davantage sur les divers points que nous venons de signaler en passant et qui seront traités avec tous les développements qu'ils comportent dans l'étude complète des Insectes lumineux qui sera publiée ultérieurement.

par le singulier appareil saltatoire auquel ils doivent le nom d'*Élatériens* (du mot ἐλατὴρ qui pousse, qui meut, élastique).

La description de cet appareil sera donnée avec l'anatomie descriptive du Pyrophore noctiluque et l'explication de son mécanisme trouvera mieux sa place dans le chapitre consacré à la Physiologie, en raison de l'influence qu'il exerce sur la production de la lumière.

### § 2. *Des métamorphoses. — Caractères généraux des larves.*

Si les entomologistes, examinant les apparences extérieures, ont considéré les Élatérides et les Buprestides comme devant être rapprochés dans la classification naturelle, l'étude seule des larves démontre le peu de valeur qu'il faut accorder aux caractères extérieurs, surtout quand ils sont envisagés superficiellement.

Tout examen approfondi du système tégumentaire et appendiculaire conduit forcément à l'éloignement des deux types Élater et Bupreste; mais, à elle seule, l'étude des larves suffit à démontrer le peu de rapports réels qui existent entre les Élatérides et les Buprestides.

Voici d'après le travail d'Erichson (1), dont les résultats sont reproduits dans l'ouvrage de MM. Chapuis et Candèze (2), les caractères généraux des larves d'Élatérides.

On en possède actuellement dix à douze bonnes descriptions seulement dont les caractères peuvent se résumer de la façon suivante :

Tête cornée, plane en dessus et en dessous, à bouche dirigée horizontalement.

Ocelles nuls (3).

(1) Erichson. Wiegmann's Arch., I, p. 85, 1841.

(2) Chapuis et Candèze. *Catalogue des larves de Coléoptères.*

(3) Remarque. — D'après Perris (x), aucun auteur ne signale les yeux : Lucas n'a pu en découvrir que sur celles de l'*Agripnus*. Mais, sur les larves de couleur claire de *Melanotus* et celles d'*Elater* et sur les jeunes larves d'*Athous* on observe surtout, en les examinant au grand jour et par transparence, un petit point noir sur chaque joue, un peu au-dessous de l'antenne. Sur la larve de l'*Agriostes segetis* ce

(x) Perris, *Insectes du Pin maritime.* Ann. soc. entom. franc., II, p. 151 et suiv., 1854.

Antennes très courtes de trois articles, articulées sur les côtés de la tête, près des mandibules.

Plaque sus-céphalique sans chaperon distinct fermant la bouche en haut.

Lèvre supérieure non visible.

Mandibules courtes, assez fortes, tantôt simples, tantôt dentées, se recouvrant un peu au repos.

Mâchoires formées d'une seule pièce basilaire, très allongées, soudées au menton et enclavées avec lui dans une échancrure de la plaque sous-céphalique, si profonde qu'elle atteint presque la base de la tête, soudure des mâchoires avec le menton, disposées de telle manière qu'elles ne peuvent en aucune façon se rapprocher, par suite de l'interposition de la lèvre inférieure : leur lobe interne est peu développé, cilié en dedans : le lobe externe est formé de deux articles, avec un palpe court de quatre articles.

La lèvre inférieure est formée d'un menton très allongé, soudé, immobile entre les mâchoires, tantôt de forme quadrangulaire allongée, tantôt triangulaire, lorsque les mâchoires se réunissent à leur base. Ce menton corné à sa base est parcheminé à son extrémité : pièces palpigères libres, totalement soudées entre elles : palpes labiaux courts, de deux articles, pas de traces de languette.

Le thorax est formé de segments semblables aux segments abdominaux; le prothorax plus long, recouvert de téguments cornés plus solides; pattes courtes très rapprochées l'une de l'autre, formées d'une hanche cylindrique, dirigée obliquement en bas, d'un trochanter court, d'une cuisse et d'une jambe un peu plus longue et d'un tarse consistant en un ongle simple et crochu.

Les segments abdominaux sont au nombre de neuf, presque complètement protégés en dessus et en dessous, de même que les segments thoraciques, par des écussons cornés écailleux; les inférieurs moins larges que les supérieurs : celui de l'arceau dorsal du dernier segment plus dur, souvent déprimé et diversement figuré. Anus porté sur un prolongement conique servant à la progression.

Les stigmates sont au nombre de neuf paires, dont huit situées

point est très apparent, de quelque manière que l'examen se fasse. Mais, dans tous les cas, le point est peu régulier, il est entièrement noyé dans les tissus, et ne correspond à aucune saillie, à aucun tubercule externe. Quoique Perris soit disposé à y voir un ocelle, il n'ose pas se prononcer sur ce point. En raison de sa couleur roussâtre, il a été pris à tort par Blisson pour un stigmate.

sur les huit premiers segments abdominaux, sur les bords latéraux des tergites, le neuvième sur le mésothorax également sur le tergite, mais sur un plan inférieur aux autres.

Erichson, Candèze et Chapuis ainsi que Perris insistent sur les singulières particularités que présente la bouche de ces larves, que l'on ne retrouve dans aucune autre famille, si ce n'est dans le groupe des Clythrides, parmi les Chrysomélides, et celui des Peltides, parmi les Nitidulaires.

D'après Perris, c'est à tort qu'on les a comparées aux larves des Ténébrionides : « non seulement » dit cet auteur « il n'est pas permis de les confondre mais même de les comparer. Cette assimilation a été la conséquence irréfléchie de leur couleur, de leur contexture généralement cornée et même de leur forme qui, dans les larves cylindriques de *Melanotus*, d'*Elater*, de *Ludius* et d'*Agriotes* les rapproche de la plupart des Mélasomes. Elles ont de plus cette ressemblance que leur corps a une certaine raideur, par suite de la dureté des téguments et qu'il n'est guère susceptible d'extension et de contraction. » Les larves de *Cardiophorus* font exception à la règle. Ce sont des Vers blancs délicats membraneux sauf la tête et le prothorax qui sont colorés et cornés, dont le corps longitudinalement cannelé est presqu'absolument glabre et susceptible de telles contractions et extensions que son diamètre et sa longueur peuvent varier du simple au double, l'abdomen pouvant paraître avoir jusqu'à 23 segments, les sept premiers étant susceptibles de se diviser en trois.

Les caractères généraux particuliers à ces larves sont surtout constitués par la forme si étrange des mandibules et si étroite des mâchoires, du menton, de la lèvre inférieure, dans l'insertion des antennes au-dessus des mandibules, dans la situation des ocelles, de sorte qu'il serait bien difficile de les confondre avec d'autres larves.

Elles se distinguent encore de celle des Ténébrionides par la forme déprimée de la tête ; le corps est tantôt cylindrique, tantôt légèrement aplati et dans ce cas plus raccourci. La couleur la plus ordinaire est le jaune clair ou rougeâtre : quelques espèces sont d'un brun noir ou purpurin, par exception d'un blanc jaunâtre.

Dans un grand nombre, le dernier segment est aplati, à bords diversement dentés ou épineux, ce qui pourrait servir peut-être à caractériser beaucoup d'entre elles.

Les petites espèces se trouvent communément dans le gazon ;

d'autres, dans les Champignons ou les détritus de bois décomposé, d'autres enfin sous les écorces et dans les galeries creusées par les Xylophages. Celles de ces larves qui vivent dans les cultures ou les potagers y font souvent de grands ravages, comme cela se voit pour les larves d'*Agriotes*.

Elles paraissent être en général phytophages ; mais, certaines espèces seraient carnassières, soit d'une manière habituelle ou accidentellement ; MM. Chapuis et Candèze pensent qu'il peut bien en être ainsi, en raison de la conformation de leur bouche.

Ces mêmes observateurs ont confirmé l'exactitude du fait relaté par Dufour : ils ont vu en automne 1849, une larve d'*Elater* occupée à dévorer une larve de Diptère dans un Champignon en décomposition. Ratzeburg et Dufour les avaient déjà vues, en effet, manger diverses larves et même des larves de leur propre espèce.

Perris également a pu confirmer la réalité de ces appétits carnassiers en nourrissant en captivité des larves d'Élatérides avec des larves de Longicornes : il pense, qu'à défaut de ces larves, elles se nourrissent d'excréments et de dépouilles qu'elles trouvent en abondance dans les vermoulures où elles vivent ; aussi, Perris recommande-t-il de ne pas chercher à les élever dans la sciure, mais dans les vermoulures de bois : les Élaters en particulier n'aiment que les bois travaillés.

Perris pense que ces larves se développent en deux années dans notre pays, peut-être dans une seule à la condition qu'elles soient nées à une époque convenable.

Il parait surpris que le volume de la larve au moment de l'éclosion soit beaucoup plus considérable que celui de l'œuf d'où elle sort, mais ce n'est pas un fait particulier aux larves d'Élatérides. Tous ceux qui se sont occupés de la Physiologie des Insectes, savent en effet, que cet accroissement subit de volume est général et tient à la pénétration de l'air dans l'appareil respiratoire. Cette remarque a une certaine importance relativement au rôle de la respiration dans la production de la lumière et nous aurons l'occasion de revenir sur ce point.

La métamorphose a lieu dans le séjour caché où vit la larve. La nymphe élancée, très mobile, qui en résulte, repose dans une loge ménagée dans la terre ou le bois pourri et d'où certainement l'Insecte parfait sort au bout d'un temps très court.

Selon Perris, peu de temps après que la larve s'est renfermée dans la cellule, elle devient immobile, son corps se raccourcit un

peu et se dilate au milieu. Cette dilatation fait tous les jours des progrès par l'extension des membranes latérales qui séparent les arceaux supérieurs des arceaux inférieurs et il arrive un moment où la forme ballonnée devient elliptique. Les flancs sont alors très bombés et blanchâtres, ce qui la rend méconnaissable.

Bientôt après, la peau se fend sur le thorax et sur une partie de l'abdomen, le long de la petite suture médiane que l'on observe dans la larve, la nymphe paraît et en quelques instants elle refoule son maillot à l'extrémité de son corps.

Cette nymphe contrairement à celle des Buprestides est mobile; à l'aide des épines de son dernier segment et des ondulations de son corps, elle peut facilement se retourner dans sa cellule.

L'étude de ces larves a une grande importance, parce qu'elle permet d'assigner aux Élatérides une place plus exacte dans le monde des Coléoptères, condition nécessaire pour déterminer, par l'étude comparée des Taupins lumineux avec les espèces les plus voisines, la signification morphologique des organes lumineux.

Elle sépare nettement les Buprestides des Élatérides qui avaient été réunis sous le nom de *Sternoxes* en raison des analogies du facies.

Les organes de manducation les font remonter aux plus hauts degrés de l'échelle, puisqu'elles les rapprochent des Carabides : elles ont, comme elles, des mandibules arquées, acérées, quoique moins longues et moins crochues, les palpes maxillaires de quatre articles, le lobe des mâchoires bi-articulé ou paraissant l'être, l'épistôme et le labre soudés, ainsi que le menton et les mâchoires.

Bien plus, les larves d'*Agrypnus* et d'*Athous* ont la forme de celles des Carabes. Les cornes même du dernier segment presentent une certaine analogie. Il existe sans doute des différences, car les larves de Carabes sont plus agiles, plus molles, ont cinq articles aux antennes, les yeux et les pattes sont autrement conformés, mais ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'elles ont plus de ressemblance avec les larves d'*Athous* qu'avec tout autre. (Perris).

Ajoutons que les divisions établies dans l'ancien genre *Elater*, basées sur les caractères de l'Insecte parfait, trouvent également leur justification dans l'étude des larves.

Les détails précis dans lesquels nous sommes entré dans ces généralités nous dispenseront d'établir une diagnose différentielle pour chacune des larves qui ont été décrites à tort comme appartenant aux Pyrophorites, par les auteurs qui nous ont précédé.

## § 3. — *Des Pyrophorites. Caractères généraux, classification.*

Les Pyrophorites ne constituent qu'une sous-tribu (IIe sous-tribu) dans l'excellente classification de M. le Dr Candèze qui s'est acquis une si juste notoriété par ses beaux travaux sur les Élatérides; il les place dans la septième tribu, parmi les Élatérides vrais, qui en forment la deuxième section.

Tout travail ayant trait à l'étude zoologique de ces Coléoptères doit prendre pour base la monographie du Dr Candèze qui est de beaucoup la plus récente et la plus complète.

Celle-ci, qui date seulement d'une vingtaine d'années, avait été précédée de deux autres monographies spéciales des Pyrophores. La première, due à Illiger a été publiée en 1807; elle comprend seulement seize espèces. Celle de Germar, écrite il y a plus de quarante ans (1841), renferme jusqu'à soixante-neuf types spécifiques.

Ce nombre a été réduit dans le premier travail (1863) de M. Candèze à une cinquantaine d'espèces, auxquelles il a ajouté des espèces nouvelles importées en Europe depuis le travail de Germar, ce qui donne un nombre à peu près égal à celui qui avait été fixé par cet auteur. Ce nombre a été porté à soixante-treize par la découverte récente de quatre nouvelles espèces.

Les espèces de la deuxième section des Élatérides vrais, dont les Pyrophorites forment le premier groupe, se distinguent par leur front dépourvu en avant, au moins sur la ligne médiane, de crête transversale ou carène, en deçà du bord qui donne insertion au labre : il est carré, généralement concave, les crêtes sus-entennaires fortes, transversales dans leur portion interne. Dans l'immense majorité des cas on trouve des vésicules phosphorescentes vers les angles postérieurs du prothorax.

La *sous-tribu des Pyrophorites* est formée presque entièrement du genre *Pyrophorus* Ill, à l'exception de deux espèces qui représentent le genre *Photophorus* et sont également lumineuses (1).

(1) Ces deux espèces sont le *P. Janoni* et *P. Bokewelli* : la première, habite les îles Viti et la seconde les nouvelles Hébrides. Le P. Montrouzier a également signalé un grand Elater lumineux habitant les îles Lifu, auquel il a donné le nom de *Nicterylampus Lifuanus* : il paraît appartenir à la même sous-tribu.



## Genre PYROPHORE.

*Pyrophorus* Ill., 1809 (1).

*Synonymie*: Κεφαλολαμπις Moufet, 1634;
*Hypsiophtalmus* Latr., 1805;
*Belania* Lap., 1840;
*Stilpnus* Lap., 1840;
*Phanophorus* Sol., 1851.

Ce genre est, d'après Lacordaire, en apparence seulement, l'un des plus tranchés de la famille, mais, en réalité, *c'est un de ceux qui prouvent le mieux l'excessive variabilité des organes chez les Élatérides. Il n'y a en effet rien de constant chez ces insectes, pas même l'existence des vésicules phosphorescentes qui constituent leur caractère essentiel.* Les uns figurent parmi les plus grands Élatérides..... d'autres sont tout au plus de taille moyenne, le reste varie dans la même proportion. On ne saurait d'ailleurs en dire rien de général à moins d'entrer dans des détails infinis (Lacord., *Genera*).

Le Dr Candèze insiste également sur les difficultés que présente ce genre au point de vue de la classification : « Plusieurs espèces » ont le prothorax dépourvu de vésicules phosphorescentes et » leur facies seul indique qu'elles rentrent dans le genre *Pyro-* » *phorus*. Il en est qui perdent même ce facies, bien que cepen- » dant certaines raisons obligent à les rapporter à ce genre. Je » citerai spécialement le *P. marginicollis* (Brésil), qui est privé de » vésicules phosphorescentes et qui s'écarte par son système de » coloration de la généralité des espèces, mais son affinité avec » le *P. cincticollis*, du même pays, lequel a des vésicules bien dis- » tinctes, indique incontestablement sa place réelle. *On doit donc* » *admettre que dans certains cas, l'absence ou la présence de taches* » *phosphoriques perdent de leur valeur caractéristique.* »

Germar avait placé quelques-unes des espèces aberrantes parmi les *Pristilophus (Corymbites)*: il eût dû, suivant M. Candèze, pour être conséquent avec lui-même, y placer aussi les *Pyrophorus hebes* et *cœcus*, qui n'ont pas de vésicules et qui n'en sont cependant pas moins, pour l'œil, de véritables Pyrophores.

Il est regrettable qu'il ne soit fait mention que de la présence

(1) πῦρ, feu ; φέρω, je porte.

ou de l'absence des organes lumineux du prothorax : il serait intéressant de rechercher si l'absence de vésicules prothoraciques entraîne la perte du foyer ventral.

Ces *Pyrophorus* éteints ne se distinguent plus des *Corymbites*, aussi le Dr Candèze fait-il rentrer dans le genre Pyrophore tous les *Corymbites* propres au Brésil ou plutôt à la région intertropicale de l'Amérique. Les rapports que les *Pyrophorites* affectent avec les *Athous* sont presqu'aussi intimes.

Nous nous bornerons à rappeler ici les caractères les plus saillants indiqués par le Dr Candèze.

La tête est de grosseur très variable, plus ou moins engagée dans le prothorax, le front subquadrangulaire ou rétréci par les yeux, concave, quelquefois même profondément encavé : les yeux généralement bien développés, parfois très gros : les mandibules simples ou échancrées.

Les antennes sont de longueur variable, tantôt faiblement, tantôt fortement dentées en scie, le deuxième article généralement petit, le troisième parfois aussi court, parfois semblable au quatrième, le plus souvent d'une taille intermédiaire : le dernier muni à l'extrémité d'un faux article.

Le prothorax et les élytres sont de forme variable, le premier offrant, vers les angles postérieurs, deux tâches jaunes plus ou moins saillantes, arrondies, lumineuses pendant la vie de l'animal et appelés, pour cette raison, *vésicules phosphorescentes* ou *lumineuses*.

Le prosternum est muni d'une saillie arrondie bien développée, et d'une pointe postérieure droite un peu fléchie ; les sutures latérales sont obliques et rectilignes.

Le mésosternum est déclive, sa facette petite et à bords déprimés, les hanches postérieures à lame extérieure linéaire ou à peu près et faiblement élargie en dedans.

Les pattes sont médiocrement longues, leurs tarses filiformes, comprimés à articles de 1 à 4, diminuant graduellement de longueur, revêtus en dessous, tantôt de poils courts épars, tantôt d'une pubescence foncée et formant velours.

Le corps est parfois tomenteux, parfois simplement pubescent, plus rarement complètement glabre.

Germar n'a pu trouver de différences sexuelles extérieures pour beaucoup de Pyrophores, et le Dr Candèze est plutôt porté à penser qu'elles sont si grandes, qu'elles ont conduit à faire des genres spéciaux pour des individus d'un sexe différent. Pour cet

| LOCALITÉS | 1^re^ SECTION | 2^e^ SECTION | 3^e^ SECTION |
|---|---|---|---|
| Toutes les espèces sont comprises entre 30° N. et 30° S. latitude et entre 40° et 180° longitude. | Taille grande; antennes courtes à troisième article plus petit que le quatrième; prothorax aussi ou plus large que long, à vésicules latérales et saillantes. | Taille moyenne, formes sveltes; antennes longues, prothorax allongé, ses vésicules de formes diverses, latérales ou angulaires, parfois peu, exceptionnellement pas apparentes. | Taille moyenne, corps [illegible] svelte, vésicules [illegible] ou angulaires; anten[illegible] tées en scie à part[illegible] troisième article, le [illegible] semblable au suivant |
| **États-Unis** (30° L. N.).. | | *P. physoderus.* | |
| **Mexique** (30-20 N.)..... | *P. strabus.* | *P. stella, P. ornamentum* | |
| **Antilles** (23-17 N.)..... | *P. plagiophtalmus.*<br>*P. hesperus.* | *P. luminosus, lychnus, lychniferus, causticus.* | |
| **Venezuela** (10-2 N.).... | | *P. extinctus.*<br>*P. melanoxanthus.* | |
| **Guyanne** (0-10 N.)..... | *P. indistinctus.* | *P. melanurus.* | |
| **Nouvelle-Grenade** (3 N.) | *P. clarus.* | *P. abnormis.*<br>*P. extinctus.* | |
| **Amérique intertropicale** (20 N.-20 S.)..... | *P. noctilucus.*<br>*P. pellucens.* | | |
| **Amérique équatoriale** | | | |
| **Pérou** (4-22 S.)........ | *P. clarus.* | *P. bifossulatus.* | |
| **Brésil** (1-30 S.)........ | *P. tuberculifer.* | *P. mesochrous, pyrophanus, illuminans.* | |
| **Brésil-Austral**......... | | *P. cæcus, lucificus, funale, pyrotis, cincticollis, marginicollis, maculicollis, formosus.* | *P. luculentus, pyr[illegible] ignifer, perspicill[illegible]* |
| **Bolivie** (10-22 S.)...... | *P. punctatissimus.* | | |
| **Chili** (21-42 S.).......... | | | |
| **Plata** (22-40 S.)......... | | | *P. parallelus, crass[illegible]* |
| **Paraguay** (20-30 S.).... | *P. punctatissimus.* | *P. cæcus.* | *P. parallelus, crass[illegible]* |

| 4e SECTION | 5e SECTION | 6e SECTION | 7e SECTION |
|---|---|---|---|
| aches vésiculaires postérieures ; antennes dentées en scie à partir du troisième article, comme dans la section précédente. | Taches vésiculaires postérieures ; corps assez large et déprimé ; antennes dentées en scie à partir du quatrième article, le troisième plus court que celui-ci. | Taches vésiculaires postér. ; ant. med. dentées ; troisième article aussi long que le quatrième, mais plus étroit ; yeux plus ou moins gros chez les mâles, mais ne débordant pas le prothorax sur les côtés. | Vésicules postérieures ; yeux globuleux très saillants (chez les mâles au moins), débordant latéralement le prothorax qui est fort rétréci au sommet |
| | | | |
| | *P. Germari.* | | |
| | | | |
| | | | |
| . *Candezei.* | *P. fulgurans* (Cayenne). | *P. amplicollis.* | Sans vésicules.<br>*P. notatissimus.* |
| | | | |
| | | | |
| | | *P. janus.* | |
| | | | |
| | *P. spurius, lampyris, nyctitans, lucidus, limbatus, tesselatus, scintillula* (Para). | *P. longipennis, pumilus, vitticollis, candelarius, ardens, phosphoreus, lampadion, cynerarius, candens, lucernula.*<br>*P. nyctophylus, comissator, nyctolampis.* | *P. buphtalmus* (sans vésicules), *trinotatus?*<br>*P. raninus, boops.* |
| | | *P. depressicollis.*<br>*P. lineatus.* | |
| | *P. ocellatus, leporinus.* | *P. dilatatus, niger.* | |
| | | | *P. raninus.* |
| | | *P. nyctolampis.* | *P. boops.* |

auteur, les Pyrophores qui ont les yeux très developpés ne sont que des mâles d'espèces où les femelles ont la tête conformée normalement; cependant, ce caractère s'effacerait chez beaucoup d'espèces, notamment chez celles de grande taille.

Nous n'insistons pas sur ce point qui doit être traité au chapitre « Anatomie descriptive ».

Signalons en passant une erreur, qui a d'ailleurs été commise par d'autres auteurs que le Dr Candèze (V. Historique) et qui consiste à placer le foyer ventral à l'union du prothorax et du métathorax, erreur qui tient probablement à ce que l'étude de ces Insectes a été faite sur des sujets desséchés ou conservés, mais non vivants.

*Les espèces* du genre Pyrophore sont réparties en sept sections par M. Candèze : les caractères de ces sections sont indiqués dans le tableau représentant la distribution géographique des Pyrophores, disposition qui permet de se rendre rapidement compte de l'influence du climat sur la variabilité des caractères spécifiques.

### § 4. — *Distribution geographique des Pyrophores.*

L'étude du tableau (p. 34 et 35) représentant la distribution géographique des Pyrophores montre immédiatement que les espèces de la première section ont des représentants dans presque toutes les latitudes où l'on trouve les Pyrophores : il en est de même pour celles de la deuxième section.

Au contraire, celles des quatre dernières sections ne se montrent guère qu'à partir du 10e degré de latitude nord et vont en augmentant en nombre à mesure que l'on s'avance vers le sud : toutes ces espèces ont les vésicules phosphorescentes postérieures.

De l'Équateur au 30e degré de latitude nord on ne compte que 23 espèces; tandis que dans l'hémisphère austral on en rencontre 52 espèces connues : trois espèces seulement appartiennent également aux deux hémisphères; on trouve les *P. noctilucus* et *pellucens* entre 20° Lat. N. et 20° Lat. S. et le *P. clarus* entre 3° Lat. N. et 4° Lat. S.

Toutes ces espèces sont comprises dans une zone remarquablement limitée, puisqu'elle s'étend du 30e degré de latitude nord au 30e degré de latitude sud.

Ces Insectes lumineux sont surtout américains, quelques rares espèces se rencontrent, ainsi qu'on l'a vu antérieurement, en Océanie, mais en dehors de l'espace compris entre le 40e et le 180e degré de longitude, ils disparaissent complètement.

§ 5. — *Caractères spécifiques du Pyrophorus noctilucus.*

*Elater noctilucus* Linn. *Mus. S. R. M. Lud. Ulr. reg. Holmiæ*, p. 83, 1764 ; *Syst. nat.* I, part. 2, ed. XII[e], p. 651, Holmiæ, 1767. — Fabr., *System. Eleuther.*, II, p. 223, 13, 1801.—Id. *Entom. system.*, II, p. 48, 10, 1793.— Oliv., *Entom.*, II, p. 31, 15, 13, pl. II, fig. 4.— Herbst, *Natur system* ; *Col.*, IX, p. 162, 2, pl. III, fig. I, 1798. — De Geer, *Mémoires pour servir à l'histoire des Ins.*, IV, p. 2, 96, pl. 13, fig. I, 1774. — Illig., *Monographie des Elateren...* ; Mag. d. Gessellsch., I, p 143, I, 1807. — Schönh., *Syn. Ins.*, VI, 3, p. 267, I.

*Pyrophorus noctilucus* Esch. Eintheilung *der Elateriden in Gattungen ;* Thon's S. Entomol. Archiv, II, p. 32, 1829. — Germ., *Beiträge zu einer, Monographie des Gattung Pyrophorus;* Germar's Zeitschr. f. d. Entom., III, p. 13, 2, 1841. — Lap. *Hist. nat. d. Ins.*, II, p. 236, 1840..

*Pyrophorus divergens ?* Esch. *Loc. cit.*, p. 32.

*Pyrophorus nyctophanus.* Germ. *Loc. cit.*, p. 12.

*Pyrophorus phosphorescens.* Germ. *Loc. cit.*, p. 19, 8. — Lap. *Loc. cit.*, p. 236. — Dej. *Cat.*, ed. 3, p. 100, 1836 (1).

Cette grande et belle espèce étant la plus anciennement connue, c'est à elle que se rapporte le plus grand nombre d'observations.

Il était indiqué de la choisir de préférence à toute autre pour l'étude anatomo-physiologique que nous avons entreprise.

Les caractères spécifiques et la place qu'elle doit occuper dans le Règne animal ont été pour la première fois fixés par Linnée (1764) qui lui a donné le nom d'*Elater noctilucus (Mus. Lud. Ulr. Reg.)*.

Sous le nom de *Pyrophorus noctilucus,* ce Coléoptère forme le premier type de la première section des espèces qui composent le genre Pyrophore, dans la classification du D[r] Candèze.

Les anciens Espagnols avaient donné à ces Insectes les noms de *Cucuyo, Cucullo, Cucujo,* etc., qui dériverait, d'après M. Candèze, du mot *Locuyo* (sic) (2) employé par les Caraïbes qui habi-

(1) Cette synonymie est celle que donne M. E. Candèze dans sa *Monographie des Elaterides*, IV, p. 14.

(2) *Remarque.* — Dans le mémoire de M. Candèze le mot « *Locuyo* » a été employé, par erreur sans doute, pour « *Cocujo* », expression rapportée par Oviédo en 1526 (V. Hist.)

taient autrefois les Antilles. Aujourd'hui, les Nègres de la Guadeloupe les appellent *Labelle, Clindindin, Clinclinbois.*

Cette espèce est très répandue dans toute l'Amérique intertropicale, mais elle peut donner lieu à quelques variétés, selon les localités, et encore les caractères qui les différencient de celui des Antilles qui a servi de type, ne sont-ils pas très constants, comme cela se présente pour le *P. nyctophanus,* de Germar, qui a été assimilé au *P. noctilucus* par M. Candèze.

Le *P. phosphorescens,* d'après le même auteur, serait également une variété de petite taille à laquelle Germar aurait attribué à tort des vésicules phosphorescentes se manifestant par une tache jaune au-dessous du prothorax.

Ceux qui habitent la Bolivie sont d'une taille au-dessous de la moyenne, à pubescence caduque : leurs vésicules sont arrondies ou bien un peu ovales et, dans ce cas, se rapprochent du *P. punctatissimus* qui habite la même région (Candèze).

Le *P. noctilucus* est d'un noir brûnâtre, entièrement revêtu d'une pubescence d'un fauve obscur, assez dense pour voiler la couleur des téguments; le front est en carré long très déclive, excavé en avant. La tête est à peu près de la largeur de la moitié du prothorax, dans les deux sexes; le prothorax un peu plus large que long, rétréci en avant, à côtés subsinueux, à repli latéral étroit, est très bombé en dessus, densement ponctué et généralement marqué de deux impressions plus ou moins profondes. Les vésicules phosphorescentes ovales ou elliptiques, rarement presqu'arrondies, sont placées longitudinalement près du bord latéral, au-devant de la base des angles postérieurs ; le bord postérieur est tuberculeux au-devant de l'écusson ; les angles correspondants divergeants et carenés sont linéairement rétrécis dans leur moitié postérieure ; ils sont bombés et marqués de points plus ou moins distincts (Candèze.).

Les individus que nous avons reçus de la Guadeloupe différaient beaucoup par leur taille : il existait manifestement deux variétés distinctes, une de petite taille ne dépassant pas en longueur 22$^{mm}$ et une variété plus grande dont les dimensions en longueur pouvaient atteindre 33$^{mm}$. Aucun autre caractère extérieur ne permettait de distinguer ces deux variétés.

§ 6. — *Développement, métamorphoses du Pyrophorus noctilucus.*

De l'Œuf. — Il n'est question dans aucun des nombreux au-

teurs, que nous avons consulté, de l'œuf des Pyrophores, et pourtant la connaissance de ses propriétés physiques et physiologiques domine toute l'histoire de la fonction photogénique, car l'œuf lui-même est lumineux.

On savait que ceux du Lampyre jouissent également de cette propriété qui a été signalée depuis longtemps par divers observateurs et que M. Owsjannikow croit, à tort, avoir le premier découverte (1). Il ne s'agit donc pas d'une particularité spéciale au Lampyre noctiluque, mais d'un fait également caractéristique du Coléoptère lumineux qui s'en éloigne le plus par ses caractères extérieurs. La présence de la luminosité dans des organes spéciaux localisés et dans les œufs, chez les représentants de ces deux genres, suffirait, à elle seule, pour établir un rapprochement que l'on trouve peu naturel si l'on ne tient compte que des facies. Elle prouve, en outre, que le mécanisme de la fonction photogénique est le même chez tous ces Insectes, sauf quelques modifications déterminées par des conditions d'ordre accessoire. Les caractères physiques de la lumière, un peu différents, et la position tout à fait variable des organes lumineux dans les diverses espèces n'a pas d'importance fondamentale, puisque la lumière existe dans l'œuf.

Mais, on peut supposer que la luminosité de l'œuf tient à la présence d'une larve dans son intérieur, car on verra plus loin que la larve du Pyrophore sort de l'œuf avec son foyer lumineux.

Les observateurs qui ont signalé cette propriété chez les œufs du Lampyre ne nous fournissent que peu de renseignements, sauf Newport, qui a fait à ce sujet diverses expériences intéressantes, et qui suppose que la surface de l'œuf doit être enduite d'une matière lumineuse empruntée aux organes internes de l'Insecte (2).

Lorsque j'eus pour la première fois, en avril 1885, l'occasion d'observer un œuf de Pyrophore, je penchai tout d'abord vers la première hypothèse. La lueur que cet œuf émettait n'était pas visible en plein jour et, même dans le cabinet noir, il fallait attendre pendant un certain temps, afin que la forte impression produite sur la rétine par la lumière solaire fut dissipée, pour pouvoir distinguer quelque chose. Au contraire, le soir ou pen-

(1) Owsjannikow, *Contribution à l'étude des organes lumineux du Lampyre noctiluque*. St-Pétersbourg, 25 novembre 1867.

(2) Newport, *On the natural of Lampyris noctiluca*. Journ. Proceed. of Linn. Soc., I, p. 40-71. London, 1855.



dant la nuit, le phénomène était très facile à observer dans une pièce peu éclairée. Il m'a semblé, tout en tenant compte de ces conditions organoleptiques particulières, qu'en dehors de toute différence subjective, la luminosité était plus forte la nuit que le jour.

La lumière émise par cet œuf était bleuâtre, très pâle et présentait des intermittences manifestes; mais, au lieu d'observer la régularité qui accompagne les mouvements rhythmiques des protoplasma, on constatait que les phases alternantes d'éclairage et d'extinction avaient des durées tout à fait variables et irrégulières.

Je mis cet œuf sur des rondelles de papier à filtrer imbibé d'eau et je l'observai. Vers la fin du second jour d'observation, je vis sortir de l'œuf une petite larve lumineuse, mais la coque qu'elle quittait et à laquelle elle resta attachée plusieurs heures ne présentait aucune trace de lumière : la jeune larve semblait emporter dans son sein la lumière léguée par les ancêtres pour la transmettre, à son tour, aux générations futures !

Si je n'avais pas eu l'occasion d'observer plus tard d'autres œufs, je serais resté convaincu que la propriété lumineuse de l'œuf n'était en réalité que celle d'un appareil appartenant à un être déjà différencié, habitant l'intérieur de l'œuf, à une jeune larve dont les mouvements volontaires ou inconscients provoquaient les intermittences lumineuses observées.

Mais, ayant examiné d'autres œufs sous le microscope, je vis qu'ils étaient lumineux, alors que par la dissociation on ne trouvait pas encore de trace de segmentation.

Ils étaient d'ailleurs en tout semblables à d'autres œufs d'Insectes et la même constatation a été faite sur des œufs de Lampyre qui venaient d'être pondus et que nous avons examinés, M. Henneguy et moi, au laboratoire d'Embryogénie du Collège de France, au mois de juillet.

Ces œufs, d'un blanc jaunâtre sale, étaient isolément fixés sur des fragments de bois pourri et c'est en remuant ceux-ci dans l'obscurité, pour trouver des larves, que je les rencontrai. Ils étaient un peu moins brillants que les petites larves et il me semblait que leur éclat s'exagérait par le contact d'un corps étranger. Ils avaient à peu près le même diamètre (un millimètre et demi, en moyenne) que les œufs de Lampyre fécondés parvenus à leur complet développement extraovarien (1); mais, ils étaient

(1) *Remarque.* — Les œufs de certains Insectes et en particulier ceux du Lam-

d'une taille bien supérieure aux œufs que j'ai trouvés sur le point d'être pondus, dans les oviductes des Insectes femelles.

Ils ne diffèrent guère par la forme et la couleur de ceux des Lampyres noctiluques qui, cependant, ont une couleur jaune plus franche, moins grisâtre, et une forme plus arrondie que celle des œufs de Pyrophores, laquelle est un peu ovoïde.

Le micropyle est situé au pôle le plus rétréci de ce petit corps ovoïde et tourné, dans l'intérieur de l'Insecte parfait, comme cela se présente ordinairement, du côté des culs-de-sacs des tubes ovariens.

Vue à la lumière du jour, la surface de l'œuf est lisse, mais moins brillante que celle du Lampyre. La membrane d'enveloppe est absolument anhiste et dans les œufs que nous avons dissociés et chez lesquels on ne trouvait pas encore trace de développement blastodermique, le contenu était exclusivement formé de globules vitellins et d'un protoplasma granuleux.

Examinée par transparence, à la lumière polarisée, la masse de l'œuf toute entière prenait, quand la lumière du champ du microscope était éteinte par la rotation du nicol analyseur, un aspect tout particulier de clarté opalescente que nous avons observé pour la première fois dans d'autres circonstances que nous mentionnerons plus loin.

Cet aspect, que l'on retrouve dans l'appareil lumineux de la larve du Lampyre, par exemple, est dû, en partie du moins, à la

pyre, s'accroissent considérablement après la ponte. Cet accroissement de volume, pour les œufs du Lampyre, est un signe certain de développement et va en s'accentuant jusqu'au vingt-cinq ou vingt-sixième jour après la ponte. Cette augmentation de volume continue et progressive tient à l'affinité que les colloïdes de l'œuf contractent pour l'eau après l'acte de la fécondation, affinité dont nous avons établi l'existence par des expériences publiées antérieurement (α).

Les œufs non fécondés, non seulement ne s'accroissent pas dans un milieu humide mais ils ne tardent pas à se rider et à se rétracter, si l'endroit où on les a placés est sec (β). Les œufs fécondés résistent bien à une sécheresse passagère, mais ils perdent leur luminosité. Dans cet état, leur affinité pour l'humidité est si grande qu'il suffit d'approcher de ces œufs quelques brins d'herbe ou de tissu imbibé d'eau pour les voir aussitôt briller avec beaucoup d'intensité, sans que l'eau les ait touchés directement : ce sont de véritables hygromètres lumineux très sensibles, le degré de luminosité paraissant être fonction du degré d'hydratation de l'œuf.

(α) R. Dubois, *Action de la fécondation sur la tension de dissociation de l'eau dans l'œuf de Couleuvre.* Comptes-rendus de la Soc. de biol., (8), I, 1884.

(β) Id., ***Résistance à la dessication des œufs stériles et non stériles.*** Comptes-rendus de la Soc. de biol., (8), II, n° 4, 1884.



présence d'une quantité innombrable de granulations animées, dans certaines circonstances, de mouvements très remarquables. Ces granulations sont caractérisées surtout par l'apparence de petites étoiles scintillantes qu'elles prennent lorsqu'on les examine avec un microscope polarisant, l'analyseur étant à l'extinction.

On retrouve dans le protoplasma de l'œuf ces mêmes granulations, avec un volume et une forme identiques à celles qui existent dans tous les organes lumineux : ils s'en distinguent pourtant par leur extinction dans la lumière polarisée, suivant certaines orientations.

La constatation de ce seul fait, que le tissu préembryonnaire est lui-même lumineux, aurait pu nous dispenser de rechercher, par les procédés ordinaires de la Physiologie qui, des nerfs, des muscles, du sang, etc., domine la fonction photogénique, si nous n'avions à déterminer quelles sont les conditions qui peuvent, au gré de l'Insecte parfait, faire naître ou disparaître, augmenter ou diminuer, la lumière du foyer qu'il porte dans son sein.

A quelle époque apparaît la lumière dans l'œuf? Le nombre de spécimens que nous avons eu en notre possession n'a pas été assez considérable pour que nous puissions répondre avec certitude. Il sera pour cela nécessaire de suivre l'Insecte dans les différentes phases de son développement, ce qui nous sera facile, si les larves que nous élevons en captivité continuent à se bien développer.

Ce que nous pouvons affirmer dès à présent, c'est qu'avant qu'ils aient acquis leur complet développement et alors qu'ils sont encore contenus dans les tubes ovariens, les œufs sont déjà lumineux dans l'obscurité.

Ces œufs lumineux sont sans doute la cause des divergences indiquées dans notre historique entre des auteurs, parfois d'une grande valeur ; les uns, soutenant que tout le corps de l'Insecte est lumineux ; les autres, que cette fonction est localisée dans les appareils.

En réalité, tout l'intérieur du corps des Insectes femelles peut paraître lumineux au moment de la ponte et pendant le temps qui la précède, d'autant plus que la cavité abdominale est à ce moment distendue par un nombre d'œufs considérable : 15 à 20 par tube ovarien, soit 120 à 160 par Insecte (v. organes de la reproduction).

C'est en vain que nous avons cherché souvent des traces de luminosité dans l'abdomen des Insectes mâles, en dehors de l'ap-

pareil lumineux : d'ailleurs, la fécondation ne paraît pas nécessaire à la production de la lumière dans l'œuf. J'ai vu, en effet, la luminosité se produire dans des œufs pondus par des femelles de Lampyre que j'avais isolées alors qu'elles étaient encore à l'état de nymphe ; mais, ces œufs ne sont restés lumineux que pendant peu de temps.

Les œufs du Pyrophore écrasés sur du papier bleu de tournesol le rougissent immédiatement, la substance préembryonnaire qu'ils renferment est donc acide : on verra plus loin que la matière des organes lumineux possède la même réaction.

Disons tout de suite que le contenu de ces œufs lumineux présente les mêmes réactions générales physico-chimiques que la substance des organes lumineux de l'Insecte parfait.

Je n'ai jamais observé l'intermittence de la lumière dans l'œuf, si ce n'est peu de temps avant l'éclosion, ce qui indique que cette particularité est due aux mouvements que la larve exécute dans l'œuf, lorsqu'elle est parvenue à un certain degré de développement.

*Des larves de Pyrophores.* — La plus grande confusion a régné jusqu'à ce jour dans l'histoire naturelle de cette phases du développement des Pyrophores.

Les larves qui ont été décrites jusqu'à présent comme appartenant à ce genre d'Insectes lumineux doivent être rapportées, ainsi qu'il nous sera facile de le démontrer, à des genres voisins, peut-être inconnus; d'autre part, il résulte de nos recherches que des larves appartenant à des espèces qui n'ont pas été signalées comme lumineuses, à l'état parfait, peuvent jouir de la faculté d'émettre de la lumière pendant les périodes qui précèdent la dernière métamorphose.

Ce fait, qui a une grande importance au point de vue de la signification morphologique des organes lumineux, ne doit pas nous surprendre : on sait, en effet, que le mâle du Lampyre noctiluque n'est presque pas lumineux. La lumière qu'il produit à l'état parfait, est de beaucoup plus faible que celle que l'on observe chez la larve et la nymphe qui lui donnent naissance; mais, il convient également de faire remarquer que son état de développement semble bien plus avancé que celui de la femelle très lumineuse, dont l'aspect extérieur diffère peu de celui de sa propre larve.

La connaissance du développement des Insectes lumineux peut être d'une grande utilité pour la solution complète du problème qui nous occupe : aussi, avons-nous pensé qu'il était indispen-

sable de consigner en détail tout ce qui a été dit des prétendues larves des Pyrophores.

Fougeroux de Bondaroy (1766), dans sa communication à l'Académie des Sciences relative à l'apparition du premier *Cucuyo* à Paris, dit que l'on connait les larves de l'Insecte appelé « Maréchal » et que l'on sait qu'elles vivent dans le bois pourri. Peut-être veut-il parler des larves de Taupins indigènes, car il n'est pas question de celles des Pyrophores dans l'ouvrage très complet de de Géer, qui traite longuement cette question (1774), non plus que dans les autres auteurs contemporains de Fougeroux.

Azara (1809) dans son *Voyage dans l'Amérique méridionale,* raconte qu'étant dans le Paraguay, il vit un Ver d'environ deux pouces de long dont la tête brillait la nuit comme un morceau de charbon incandescent : il avait en outre sur le corps, de chaque côté, une rangée de trous ressemblant à des yeux donnant passage à une faible lumière jaunâtre ; mais, il ne dit rien des autres caractères de ce Ver.

Nous avons déjà mentionné (hist.), d'après Perty, que de Humbold aurait prétendu que les larves du Pyrophore vivaient dans les racines de la Canne à sucre ; mais, Perty ne dit pas où il a puisé ce renseignement.

En 1841, Erichson donne la description d'une larve qu'il considère, avec des réserves, comme appartenant au genre Pyrophore; d'après MM. Chapuis et Candèze, cette larve présente la plus grande analogie avec celle de l'*Alaus oculatus* trouvée à Cuba et décrite par ces auteurs.

Gosse rapporte que vers le milieu de mai 1848, étant à la Jamaïque, on lui apporta une larve qui était lumineuse dans l'obscurité : tout l'Insecte était transparent ; les divisions des segments montraient une lumière distincte, bleue, pâle, pas très vive. Quand on touchait cette larve, elle donnait des marques d'impatience et mordait furieusement la main, mais sans résultat. « Je soupçonnai » dit Gosse « que c'était une larve de Mouche lumineuse (Pyrophore) (1).

La première description détaillée d'une de ces larves lumineuses exotiques est contenue dans une note du professeur Reinhardt, lue le 18 février 1853 à la Société des Naturalistes de Copenhague et intitulée « *Observation sur la phosphorescence de la larve d'un Insecte.* »

(1) D'après cet auteur, le spécimen aurait été déposé au British Museum.

Cette larve fut trouvée à Lagoa-Santa, en avril 1882, dans une pièce de bois : elle avait un pouce et demi de long.

La particularité du pouvoir lumineux de cette larve, consistait en ce qu'il produisait deux sortes de lumières. Tandis que tous les segments du corps, à l'*exception du prothorax*, étaient pourvus du côté du dos de deux points brillants émettant une lumière verdâtre semblable à celle que l'on voit dans un Ver luisant et de même forme, la tête toute entière, à l'exception des yeux, des antennes et des parties qui entouraient l'orifice buccal, brillait comme un charbon enflammé, d'une intensité très vive et formait un contraste frappant avec les points lumineux verdâtres du reste du corps. Ce n'était pas toutefois par la couleur de la lumière et par son siège que cet Animal, selon Reinhardt, était remarquable et unique parmi les Insectes, mais aussi parce que cette lumière semblait permanente : en effet, bien qu'elle diminuât tour à tour d'intensité, au point d'être à peine observable à la lumière d'une lampe, elle était parfois distincte et même susceptible d'être aperçue en plein jour. Pendant les vingt-quatre heures que Reinhardt posséda la larve vivante, elle ne perdit pas un seul instant son pouvoir éclairant et les variations tranchées dans l'intensité de la lumière n'étaient que très peu appréciables dans les ténèbres. La lumière grisâtre des segments contrastait avec celle qui sortait de la tête en ce qu'elle s'évanouissait et se dérobait absolument à la vue, pour reparaître de nouveau, comme cela a lieu chez les Lampyrides.

Cette lumière disparaissait quelquefois et s'éteignait dans quelques-uns des segments, tandis qu'elle continuait de briller dans les autres.

Il était rare que la lumière s'éteignit simultanément dans tous les segments et, somme toute, elle était plus continue que celle des Lampyrides.

***La radiation avait son siège dans les parties dorsales des anneaux, en arrière et au-dessus des stigmates, sans avoir avec eux aucune liaison apparente, car on la voyait encore dans les segments qui n'avaient pas de stigmates,*** c'est-à-dire dans le mésothorax et le dernier anneau de l'abdomen.

Les points lumineux étaient de la grosseur de la tête d'une petite épingle, et la lumière était si intense qu'elle brillait à travers les côtés de l'abdomen : venait-elle à cesser, on ne trouvait rien de particulier à la place où elle se produisait; et, à l'encontre des points lumineux sur le thorax des Élaters brillants, elle

n'était ni nettement tranchée ni, en général du moins, remarquable par quelque apparence particulière.

La larve ayant été mise dans l'alcool, la lumière rouge s'éteignit d'abord, puis ensuite la lumière verdâtre.

Reinhardt, dit avoir vainement cherché des renseignements dans les traités d'Entomologie et dans ceux qui traitent de la phosphorescence et déclare n'avoir pu trouver d'autre indice de l'existence de cette larve, que le passage d'Azara rapporté plus haut.

« Il n'est pas douteux, ajoute Reinhardt, que cette larve appar-
» tienne à la famille des Coléoptères, sans qu'il me soit possible
» de dire quel est positivement cet Insecte. Il paraît probable que
» cette phosphorescence énorme ne cesse pas entièrement avec
» cette période, mais qu'elle se modifie plus ou moins dans la suite,
» de sorte qu'on peut espérer que cette propriété conduira à la
» connaissance de l'Insecte parfait. Cependant, bien que j'ai col-
» lationné la faune de la partie du Brésil habitée par cette larve,
» que je l'aie parcourue en toutes saisons et à de grandes dis-
» tances, JE N'AI JAMAIS RENCONTRÉ D'AUTRES INSECTES LUMINEUX
» QUE LES ÉLATÉRIDES ET LES LAMPYRIDES. LA LARVE DONT IL S'AGIT
» N'A AUCUNE RESSEMBLANCE AVEC LA LARVE DE LA PREMIÈRE DE CES
» DEUX FAMILLES, MAIS ELLE A INCONTESTABLEMENT PLUSIEURS TRAITS
» COMMUNS AVEC LA LARVE DES LAMPYRIDES, ET, DANS TOUS LES CAS,
» PLUS DE RAPPORT AVEC ELLE QU'AVEC TOUT AUTRE INSECTE QUE JE
» CONNAISSE ; DE PLUS, ON VERRA, D'APRÈS LA DESCRIPTION CI-JOINTE
» QU'ELLE DIFFÈRE PAR DES POINTS ESSENTIELS DES LARVES DES TROIS
» PRINCIPAUX GENRES DE LA FAMILLE, DE SORTE QU'IL Y A LIEU DE SE
» DEMANDER SI L'INSECTE PARFAIT APPARTIENT RÉELLEMENT A LA
» FAMILLE DES LAMPYRIDES (1). »

(1) *Remarque.*— Nous croyons utile de reproduire ici la description de Reinhardt, plusieurs des larves ultérieurement décrites comme appartenant aux Pyrophores, présentant les mêmes caractères, il suffira de se reporter à cette description, pour avoir une idée de la conformation de la larve en question Elle permettra en outre de se rendre un compte exact des différences profondes qui existent entre celles-ci et les larves que nous avons vu naître des œufs de Pyrophores et se développer sous nos yeux.

*Description.* — Ce spécimen est un peu plus petit que celui d'Azara et mesure quarante millimètres de long sur environ cinq millimètres de large. Le corps est aplati de telle façon que la partie dorsale est légèrement arquée et séparée par une petite ligne de la partie abdominale qui est plus aplatie. Des poils sont répandus sur tout le corps, en moindre quantité en dessus qu'en dessous, principalement vers les bords où ils sont en assez grand nombre pour leur

Dans une note communiquée à la Société Linnéenne de Londres en 1868 et intitulée : « *Sur une larve de Coléoptère non décrite,*

donner une apparence veloutée. En dessus, la couleur est d'un brun rougeâtre sale, tandis qu'elle est en dessous, d'un blanc tirant sur le jaune. La tête porte des cornes à peu près horizontales qui ne paraissent pas rétractiles et qui sont cachées par le premier segment thoracique : elle est environnée d'un appareil assez ingénieux pour laisser croire que la partie antérieure sort de la partie postérieure comme d'un fourreau, le dit appareil, cachant l'articulation des parties inférieures de la bouche : de chaque côté de la tête est un œil unique, d'assez grandes dimensions placé en avant et à peu de distance de l'appareil dont il vien d'être parlé. L'œil est dirigé latéralement, quelque peu en avant : il est précédé des palpes composées de quatre articulations dont la plus extrême est très courte et plus mince d'ailleurs que celles qui la précèdent.

La bouche semble indiquer par sa structure que la larve à des habitudes carnassières, ce qui concorde d'ailleurs avec la vie nocturne qu'elle paraît mener. Les mâchoires très recourbées sont épaisses à la base : cette épaisseur diminue rapidement vers les extrémités, toutefois elles ne sont pas terminées en pointes. En arrière, elles portent seulement une légère protubérance et, quand elles sont fermées, elles se croisent l'une sur l'autre à leur sommet. Entre les mâchoires se trouve une lèvre supérieure épaisse, à peine assez grande pour remplir l'espace qui les sépare et difficile à voir ; la partie externe porte au milieu une légère incision. Les parties inférieures de la bouche, les mâchoires et la lèvre inférieure s'unissent au segment principal qui est extrêmement développé dans une large plaque sur laquelle deux fourreaux profonds montrent l'emplacement de la lèvre et des mâchoires : du bord antérieur de la plaque, vers les côtés, sortent les palpes maxillaires de forme cylindrique, courts relativement à leur grosseur et qui se composent de quatre articulations, dont la dernière, terminée par une lame de chitine faiblement arquée, contraste fortement par sa couleur blanchâtre avec l'autre partie qui est brune. Tout près et antérieurement, se trouve le lobe maxillaire avec ses deux articulations, mais presque caché par les palpes qui sont bien des fois plus grandes. Au milieu, on voit ce qui pourrait bien être la languette, très étroite à sa base, mais s'élargissant à l'insertion des palpes linguales, à deux articulations et laissant jouer entre eux une petite élongation munie de deux pinceaux à son extrémité. Il y a douze articulations dans le corps, outre l'anus corné qui est comme une treizième articulation : ces articulations sont dures et cornées, excepté du côté de la portion pectorale et particulièrement du métathorax où les articulations sont partiellement douces et semblables à la peau.

Le premier segment thoracique est plus grand que les deux autres, et sur le côté abdominal on remarque une profonde incision en forme de V, dans laquelle presque toute la partie inférieure de la tête est à découvert et visible, tandis que sur le côté dorsal la tête a sa partie postérieure couverte par le prothorax. Les pattes sont longues et fortement développées, d'où il résulte que les mouvements de l'Animal sont relativement rapides. Le coxal se dirige obliquement en dedans et en dehors et est tout près du corps ; il est de forme cylindrique, un peu long et uni avec le fémur qui, quoique plus fort, n'est pas plus long que le tibia : le pied consiste en une griffe unique, longue, très pointue, mais d'une faible courbure.

Des segments du corps, les cinq premiers sont à peu près égaux en longueur,

*lumineuse et provisoirement nommée Astraptor illuminator»* est signalée une espèce qui, d'après Alexandre Fry, auteur d'une histoire des Coléoptères, serait inconnue. Murray pense qu'il est douteux que l'on connaisse bien la forme larvaire de la *Firefly* : il ajoute que si certains arguments peuvent servir à prouver qu'il s'agit de la larve d'une *Firefly*, il en est d'autres qui semblent contraires à cette opinion.

Cette première larve aurait déjà été vue antérieurement par trois observateurs, aux descriptions desquelles elle correspond. En premier lieu, par M. Fry, qui, retournant un soir à Rio de Janeiro, à cheval, aperçut une barre lumineuse brillante rampant devant lui au travers de la route. L'ayant prise dans sa main il constata que la tête produisait une brillante lumière rouge, « comme une lanterne de chemin de fer » ; elle était persistante et spécialement visible en haut, sur la face dorsale de la tête.

A la partie inférieure, sur les côtés du corps, on voyait une succession de points extrêmement brillants ; ils n'étaient pas tous visibles à la fois et à tout moment, « la lumière émanait des stigmates, » courant de la tête à la queue, suivant les mouvements de l'Insecte qui progressait comme une Chenille. Il y avait également une autre lumière à cette extrémité terminale,elle était aussi forte, mais non persistante. M. Fry tenta en vain d'élever cette larve : elle mourut au bout de deux jours.

Le même auteur en a rencontré une semblable, dans Rio, à Sainte-Thérèse, mais il n'a pas noté ce qui lui était particulier.

La description de M. Fry se rapporte aussi à une larve entrevue par Franck Miers et qui portait sur la tête des foyers de lumière grenat.

Une autre larve lumineuse, mais différente de celle-ci par la taille et par la forme extérieure, fut encore remise à M. Miers au mois de juin ; elle avait un pouce de long environ et un peu

mais manifestement plus courts que les cinq derniers qui diffèrent quelque peu entre eux : la partie abdominale des huit premiers segments est divisée en cinq parties au moyen de quatre sillons : celui du milieu est le plus large et les deux de chaque côté sont étroits : de sorte que l'on peut se figurer la portion ventrale du corps comme couverte, à la différence du dos, non par un, mais bien par cinq boucliers cornés.

Il y a de chaque côté neuf stigmates : le premier se trouve sur le côté inférieur du métathorax, tout près du rebord extérieur du segment ; les huit autres sur les huits premiers segments de l'abdomen, où ils sont situés sur le bouclier dorsal, tout à fait au point où celui-ci s'infléchit sur le côté ventral.

moins d'un demi-pouce de largeur : peut-être s'agissait-il seulement de deux états de développement d'une seule et même espèce de larve.

Il semble qu'il soit question d'une larve analogue aux précédentes dans le récit du lieutenant Olivier relatif à celle qu'il a observée, en 1867, au Nicaragua, sur la route de Dundee : « La nuit, les Mouches lumineuses étaient magnifiques..... nous avons vu également un ravissant Ver luisant avec une lumière semblable, mais plus petite : quand on le touchait, une série de petites étincelles, comme des perles scintillantes, se montrait dans toute sa longueur, sur deux rangs. La larve était pleine de matière lumineuse *qui paraissait rouge sur la tête par son passage au travers de l'enveloppe chitineuse.* On voyait la couleur naturelle de sa lumière lorsque l'animal, dans ses mouvements respiratoires, entr'ouvrait ses stigmates. » D'après cet observateur, on ne distinguait pas la lumière dans les autres points du corps à cause de l'épaisseur des téguments et des couches musculaires.

Quant à Murray, il pense que la larve dont il donne la description dans sa note est bien une larve de Pyrophore, *parce qu'au Brésil on ne connaît pas d'autres Insectes lumineux que ceux-ci et les Lampyrides* dont les larves sont également lumineuses. Pourtant, il reconnaît qu'elle diffère du type normal des Élatérides : elle est convexe au-dessus seulement, le dessous est aplati, plus mou que le dessus, la tête est en partie cachée par le segment prothoracique et les segments s'emboîtent comme les pièces d'un télescope ; d'ailleurs, cette larve ne possède pas les caractères que l'on rencontre à la partie postérieure de celles des Élatérides, papilles, pseudopattes, etc., etc..

En comparant attentivement la description détaillée donnée par Murray, dans sa note, avec celle qui a été publiée antérieurement par Reinhardt, on est conduit à considérer ces deux larves comme très voisines, sinon identiquement semblables.

Il n'est pas nécessaire de reproduire ici les caractères donnés par Murray pour établir les différences profondes qui existent entre cette larve et celles des Élatérides ; la figure qu'il en donne (fig. 1) suffit à montrer qu'elle se rapproche beaucoup plus d'une larve de Lampyride que d'une larve d'Élatéride, et Murray n'a point raison en disant qu'elle se rapproche plutôt d'une larve d'Élatéride que de toute autre larve de Coléoptère : il pense néanmoins que, pour la classer avec certitude, il faudrait connaître les

caractères de l'Insecte parfait : aussi, propose-t-il de lui donner provisoirement le nom d'*Astraptor illuminator* (ἀστραπή, éclair).

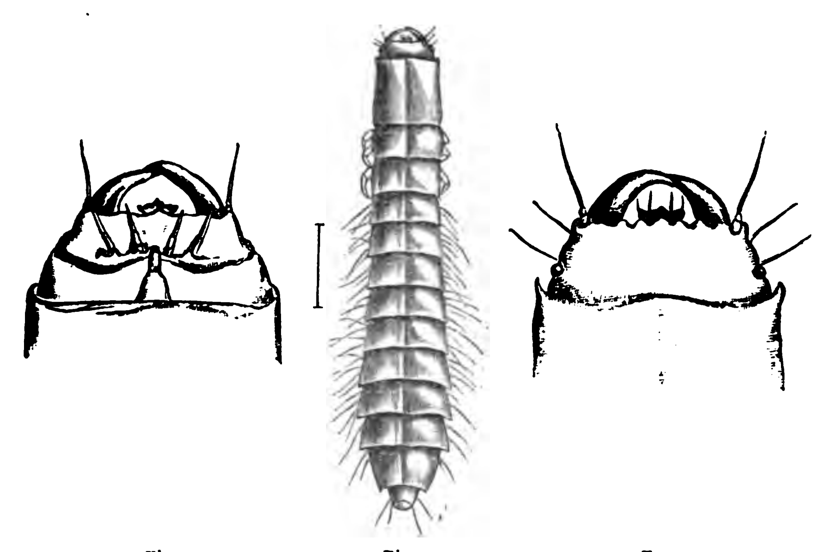


Fig. III. Tête vue en dessous. Fig. I. *Astraptor illuminator.* Fig. II. Tête vue en dessus.

A propos de la note de Murray, M. Roland Trimen a fait connaître qu'une larve analogue, sinon identique, avait été observée à Buenos-Ayres, par M. Ogilvie, principal du Collège de Cape-Town; elle venait des États de Montevideo. Cette larve avait un peu moins de deux pouces de long et le dos était de couleur brune. Lorsqu'elle traversait la table, elle ressemblait à un train de chemin de fer en miniature, la tête était lumineuse en dessus et brillait d'une lumière rouge, tandis que la lumière du corps était verte : on voyait, à chaque point d'attache des segments, un petit globe lumineux. Elle ne différait de la larve de Murray que par la taille plus grande et par la lumière qui était verte au lieu d'être blanchâtre. Selon M. Trimen, la différence de taille est expliquée, par la présence dans ces parages du plus grand des Pyrophores, du Pyrophore noctiluque ; quant à la lumière, elle est toujours verte, s'il n'y a pas de substance interposée.

M. Smith a fait également connaître une larve trouvée dans l'Uruguay, présentant les mêmes caractères et qu'il suppose être une larve de Pyrophore.

M Townend Glower, en 1874, a donné des renseignements sur

la lumière et les habitudes du *Pyrophorus physoderus*, qui habite les États-Unis. Il a décrit et figuré également une larve qu'il pense, sans pouvoir toutefois l'affirmer, appartenir au genre Pyrophore.

L'étude attentive de la note publiée, en 1875, par Pickmann, *Sur une larve lumineuse d'Élatéride*, montre que l'on doit être très réservé quant à la désignation du genre dans lequel doit prendre place l'insecte parfait, qui n'est pas connu de l'auteur de cette note.

L'habitat et la manière dont se comportent en liberté, les individus qu'il a observés, leur couleur, tantôt jaune, tantôt brune (1) et les caractères morphologiques indiqués par l'auteur ne permettent pas de les considérer avec certitude comme des larves d'Élatérides ; cependant, au dire de cet observateur, elles différeraient peu de la troisième espèce de larves inconnues décrites par Osten-Sacken (2). Or, dans une note ultérieure (3), cet auteur établit que la larve qu'il a décrite, comme émettant une douce lumière verte, est une larve de *Melanotus* (Élatérides).

Quoi qu'il en soit, comme il n'y a pas, d'après M. Pickmann, identité absolue entre la larve qu'il a observée et celle qui a été décrite par Osten-Sacken, nous croyons devoir reproduire sommairement la description qu'il en donne, en faisant remarquer toutefois que, d'après les conseils de M. Austin, M. Pickmann pense qu'il s'agit de larves de l'*Asaphes memnonius* (4).

(1) Les larves de Lampyrides indigènes sont brunes, tandis que les nymphes sont jaunes ; les deux variétés décrites par Pickmann sont très probablement des états différents de développement.

(2) Osten-Sacken, Proceed. of entom. Soc. of Philad., I, p. 129.

(3) Osten-Sacken, Proceed of ent. Soc. of Philad., IV, p. 8-9.

(4) Pickmann man's, *Psyche*, I, p. 89.

*Remarque.* — Les larves de M. Pickmann ont été trouvées à Newton Centre, Weston, dans le Cambridge, près Ausburn, entre West Roxburg et Dedham et dans cette localité même. Il y en a deux variétés, l'une jaune et l'autre brune. Les larves jaunes ont une lumière persistante, celle des brunes est intermittente.

La longueur est en général de 35$^{mm}$ ; la forme est allongée, les cinq anneaux qui suivent la tête deviennent successivement plus larges, les trois derniers sont bien plus insensiblement rétrécis.

Le dernier anneau est uniformément arrondi, de consistance molle. Les côtés des anneaux abdominaux, quelquefois ceux du thorax et du ventre entier, le front et le bord postérieur des segments thoraciques sont jaunes.

La tête est rétractile, bien sortie pendant la marche, transversalement dilatée dans la partie postérieure moyenne, qui est d'un brun foncé, quelquefois noire, plus pâle sur le bord. Le bord supérieur de la tête bisinué entre la base des mandi-

M. Burmeister dit avoir observé à Paranà, capitale de la République Argentine, une larve analogue à celle qui a été décrite par Murray (fig. IV), laquelle avait été vue également par M. Ogilvie douze ans auparavant. Il pense que cette larve est la même que celle d'Azara et de Reinhardt.



Fig. IV. Larve lumineuse figurée par Burmeister.

Cependant, si l'on compare les descriptions données par ces auteurs avec celle de Burmeister, on ne peut admettre qu'elles se rapportent à un animal de même espèce. La figure (fig. IV) donnée

bules, la concavité de la courbe étant centrale et les parties latérales en projection. Directement au-dessous de la bouche, le bord inférieur est tronqué, entaillé au centre.

Le labre n'est pas séparément distinct; le troisième segment des antennes est cylindrique, le second aussi large que long, le troisième aussi long que le second : dans beaucoup de cas, on ne trouve pas trace du quatrième segment.

Les mandibules sont fortement incurvées : ce que l'on appelle le second appendice des mâchoires n'est pas distinct.

Le troisième et le quatrième segment des palpes maxillaires, ordinairement plus petits, sont aussi longs que larges.

Le prothorax, dans l'extension, aussi large antérieurement que la tête : le mésothorax et le métathorax sont égaux en longueur, le dernier cependant un peu plus long. Ils sont plus mous que le prothorax. La ponctuation du thorax est presque nulle. L'extrémité du trochanter n'est pas très rapprochée et elle est plus éloignée dans les membres postérieurs : les jambes postérieures ne sont pas plus élargies que les autres et ont à peu près les mêmes dimensions, elles sont toutes épineuses et hérissées ; mais, avec un anneau incomplet.

Les segments abdominaux ne diffèrent guère par leur longueur. Les pseudopodes ont la forme de troncs de cône, leur texture est molle homogène, les pointes externes sont bituberculées et bifurquées.

par Burmeister montre d'ailleurs qu'il ne s'agit pas d'une larve d'Élatéride, bien qu'elle soit tout à fait différente de celle qui représente l'Insecte désigné provisoirement par Murray sous le nom d'*Astraptor illuminator*.

Nous sommes bien certainement en présence d'une espèce nouvelle, mais qui n'appartient pas au groupe des Élatérides (1).

(1) *Description de Burmeister.* — Cette larve avait une longueur de deux pouces et un quart de pouce de largeur. Le corps était composé de la tête et de treize anneaux, le plus large près de la tête, le plus petit portant le tube court supportant l'anus. La couleur était d'un brun jaunâtre, la tête plus obscure. Une grande partie du corps et surtout les parties intersegmentaires et la face inférieure du corps était jaune pâle, et la peau, en ces endroits. était mince et molle.

A la partie supérieure du deuxième segment, immédiatement en arrière de la tête, existaient deux petites plaques cornées de couleur jaune brunâtre, une de chaque côté du vaisseau dorsal.

Le segment prothoracique et le pénultième sont entièrement couverts de plaques cornées continues d'une couleur plus obscure, et le petit segment latéral a une écaille latérale brune plus foncée de chaque côté du corps. Celui-ci est garni de poils courts et hérissés placés sur les plaques cornées dorsales avec les pointes dirigées en dehors, le reste des segments étant lisse et nu.

La tête est petite, en comparaison du large segment prothoracique, et quelque peu rétractée dans l'intérieur de ce segment; elle est recouverte d'une peau écailleuse obscure et a une forme transversalement ovale. Le cou est court et s'encastre dans le commencement antérieur du segment prothoracique.

Sur les parties latérales proéminentes de la tête sont situés les yeux qui sont noirs.

Sur le front se trouvent des antennes formées de quatre segments.

La lèvre supérieure. plus large que longue, est émargente dans le milieu du bord libre. Sur le côté de cette lèvre supérieure sont situées les antennes. Les mandibules sont formées de forts crochets cornés de couleur très foncée, avec une pointe courbe déliée et très aiguë et un angle denté dans le milieu de la partie interne. Au-dessous des mandibules sont les mâchoires, unies avec les parties intermédiaires de la lèvre inférieure, en un fort plateau corné, divisé par deux crêtes en trois parties.

Les mâchoires, larges à leur base, s'effilent à leur extrémité, où se trouve un petit *appendice cylindrique qui paraît être la palpe* maxillaire.

Burmeister n'a pu, malheureusement, examiner l'intérieur de la bouche qui était rétractée dans l'intérieur de l'animal, celui-ci ayant été perdu avant qu'il fût mort.

La languette était molle, non cornée et non transparente, différant en cela de la pièce basilaire de l'antenne et du palpe.

Le corps de la larve n'est pas parfaitement cylindrique, mais plutôt déprimé, ayant un contour elliptique avec un bord tranchant. Il est de consistance molle avec plaques cornées sur chaque segment. Ces plaques soutiennent de fort poils et de courtes soies décrites antérieurement.

Le segment qui vient après la tête est long, plutôt trapézoïdal, avec des bords courbes et entièrement couverts par une plaque cornée unique. Les deux segments suivants sont les plus mous de tous ; ceux qui leur succèdent sont un peu accrus

Cette larve émettait une lumière visible même pendant le jour; mais, elle était plus constante pendant la nuit ; l'animal pouvait à volonté en augmenter ou en diminuer l'éclat. Cette lumière présentait également le caractère indiqué par tous les auteurs précédents; elle était de deux couleurs.

La lumière de la tête était entièrement rouge, comme un charbon ardent, mais celle du corps était blanc verdâtre, comme celle des Vers luisants ou comme celle du phosphore.

Cette lumière partait de dix points du corps correspondants aux espaces intersegmentaires membraneux. Il y avait également une petite tache lumineuse, en arrière des plaques dorsales, sous la peau molle qui les réunit.

Le segment situé en arrière de la tête et celui qui précède le tube anal, sont recouverts tous deux par une plaque cornée non divisée et n'ont pas de points lumineux ; mais, la peau, réunissant la tête et le segment contigu, émet une brillante lumière rouge.

Lorsque l'on regarde cette larve placée à une petite distance, on distingue vingt petits points de lumière blanc verdâtre, de la grosseur de la tête d'une forte épingle, suivant en deux séries parallèles une lumière rouge placée à leur tête.

Malgré la grande analogie existant dans la disposition des points lumineux et malgré sa ressemblance avec les larves décrites antérieurement, Burmeister pense que celle-ci est bien réellement une larve de Pyrophore, tandis que celle que Murray a fait connaître, sous le nom d'*Astraptor illuminator*, serait une larve de Lampyride.

Ni l'une ni l'autre de ces larves ne présente les caractères que nous avons indiqués dans le paragraphe relatif aux caractères généraux des larves d'Élatérides.

en longueur jusqu'à ce que l'on arrive au dernier qui est presque trapézoïdal, étant atténué en arrière. Il porte un tube anal très mobile.

Les caractères des membres donnés par Burmeister s'éloignent notablement de ceux qui sont propres aux larves d'Élatérides. Les stigmates apparaissent sous la forme de neuf points noirs sur chaque côté du corps.

Le premier est situé sur le segment prothoracique, près du bord, en arrière de la première paire de pattes ; les autres, immédiatement en avant du bord inférieur des plaques cornées.

La larve de Burmeister avait été trouvée dans du bois pourri, elle était très agile, se défendant des attaques par de rapides mouvements, mordant tout ce qu'on lui présentait et perforant facilement l'épiderme des doigts. Dans ses mouvements de défense, elle lançait de côté et d'autre, vers l'agresseur, l'extrémité de son corps, expulsant par l'anus une liqueur claire, rouge-brun, corrosive.

La description de la larve trouvée par le professeur Weyenbergh, au mois de décembre 1872, sur la route de Cordova (République Argentine) et la figure qu'il en donne nous ont convaincu qu'il ne s'agissait pas d'une larve d'Élatéride ; et, *à fortiori*, d'une larve de Pyrophore, comme l'admet cet observateur en s'appuyant sur cet argument, d'ailleurs insuffisant, qu'il n'existe pas dans cette région d'autres insectes lumineux que ceux qui appartiennent aux Lampyrides et aux Élatérides.

M. Ph. Bertkau (1), qui a également étudié la description et la figure données par Weyenbergh, déclare que cette larve n'offre que très peu de ressemblance avec les larves d'Élatérides qu'il connaît et qu'elle présente, au contraire, les plus grandes analogies avec une larve de Téléphoride.

M. Weyenbergh, qui ignorait l'existence des faits signalés par les observateurs qui l'ont précédé, fut très surpris de constater que tandis que la tête et l'anneau suivant émettaient une lueur de feu extraordinaire, les autres anneaux brillaient avec une phosphorescence bleuâtre des plus belles et des plus éclatantes, qui, de temps en temps, passait par une clarté plus jaunâtre.

Il est regrettable que M. Weyenbergh n'ait pas donné de cette larve une description plus complète ; d'autant plus, que la figure qui accompagne son observation ne peut donner qu'une idée très vague de la conformation extérieure de l'animal. Toutefois on peut être certain qu'elle se rapproche beaucoup plus de la larve décrite par Burmeister que de celle de Murray ; mais, elle diffère par certains points de l'une et de l'autre, sans pourtant se rapprocher, en aucune façon, des larves d'Élatérides.

Il serait utile que le spécimen identique à celui de M. Weyenbergh, rapporté depuis par le professeur Stelzner, devint l'objet d'une étude nouvelle.

Toutes ces incertitudes ne pouvaient prendre fin qu'en se plaçant dans les conditions qui m'ont permis d'observer, le premier, le développement d'un œuf pondu par un Pyrophore.

### LARVE DU *Pyrophorus noctilucus*.

PREMIER AGE. — Au sortir de l'œuf, la larve du *Pyrophorus noctilucus* présente déjà les caractères qui permettent de distin-

(1) *Bericht d. Entom., für 1875-76*. Berlin, 1878, p. 198.





guer les larves d'Élatérides de toutes les autres larves de Coléoptères (Pl. I).

D'une taille moyenne de trois millimètres, le corps élargi en avant, aminci en arrière, est constitué par douze zonites, sans compter la tête. La présence, entre les mandibules, d'un chaperon ou épistome tridenté (Pl. I et II, *ep*), la forme du dernier anneau pourvu d'un pseudopode, au centre duquel s'ouvre l'anus, anneau muni également d'appendices armés, suffisent pour les déterminer avec certitude et les classer à côté des larves de *Chalcolepidius* et d'*Alaus*, si bien représentées par Schiödte (1).

La tête aplatie, presque triangulaire, se distingue du corps qui est blanc grisâtre par sa couleur jaune ambrée. Elle est armée de puissantes mandibules (Pl. I et II, *m*) très saillantes et très arquées qui cachent en partie les pièces maxillaires et labiales; le bord interne de chacune d'entre elles est très tranchant et porte, en son milieu, une petite dent; à la face de la région basilaire sont situés quatre poils disposés en arc de cercle à convexité tournée en dedans.

Entre la base des mandibules s'étend transversalement le chaperon (Pl. I et II, *ep*) présentant en son milieu trois dents, une médiane subaiguë et deux latérales à pointes inclinées en dehors.

Au fond de la concavité qui se trouve entre chaque dent on aperçoit quelques très petites spinules; en arrière des trois dents, sont situés quatre petits poils disposés sur une ligne transversale. De part et d'autre, le chaperon porte trois poils d'inégale longueur, disposés en triangle, l'interne étant très allongé; à sa face interne, le chaperon, au-dessous du trident, est revêtu de fines et délicates spinules : il porte une paire de poils très petits ; de chaque côté, près de l'angle interne de la mandibule, est implanté un long poil.

Le labre masqué par le chaperon n'est pas apparent ; d'ailleurs, Schiödte ne le mentionne, ni ne le figure dans ses belles études sur les larves d'Élatérides.

Au-dessous du chaperon et entre la base des mandibules, s'étend une pièce orbiculaire, réunion du menton et des mâchoires; des sillons indiquant seuls les limites des pièces. Cette coalescence dans les pièces buccales se retrouve, au même degré, dans l'insecte parfait.

(1) J.-C. Schiödte, *De metamorphosi eleutheratorum observationes*, I, pars V (*Elateres*). Copenhague, 1861-1872.

Le menton s'étend entre les mâchoires, sous la forme d'un triangle dont la pointe serait tournée vers le bas ; sa base supporte la lèvre inférieure (Pl. I, *l*), munie d'une paire de petits palpes (Pl. I, *pl*) à deux articles, dont le dernier est le plus long.

Les mâchoires sont constituées uniquement par des tiges : on ne distingue aucun des lobes qui entrent ordinairement dans la composition des mâchoires d'un très grand nombre de Coléoptères.

Elles portent un palpe externe de quatre articles (Pl. I, *pme*) dont le dernier est plus allongé et un palpe interne (Pl. I, *pmi*) de deux articles égaux, le dernier surmonté d'un poil ; ce palpe représente le lobe externe ou galea.

Les mâchoires sont garnies de filaments piliformes, chitineux, insérés sur leur face interne.

En arrière de la base du bord externe des mandibules s'insère une antenne de trois articles, dont la longueur est à peu près moitié de celle de ces appendices (Pl. I et II, *a*).

Le premier article, le plus gros, est un peu renflé à son extrémité; le second article, assez court, est surmonté d'un autre article plus long que le basilaire et porte au côté externe de celui-ci un petit appendice oviforme ; il est orné aussi de quelques petites épines ; le troisième article supporte un long style dont la base est entourée de trois grêles spinules.

Un peu en arrière du point d'insertion des antennes, sont situés les ocelles (Pl. I et II, *y*), en forme de triangle curviligne, tranchant sur le fond jaunâtre de la tête par leur teinte brunâtre assez foncée. Elles sont situées sur les côtés de la tête, à la partie supéro-externe.

Sur le milieu de la tête, une ligne claire (Pl. I et II), visible surtout par transparence, dessine, à partir du bord interne de la base de l'antenne, une section caliciforme dont les figures seules peuvent donner une idée exacte.

Par transparence, on aperçoit également, du côté interne de la base de l'antenne, une pièce chitineuse curviligne (Pl. I et II) dans laquelle s'emboîte l'extrémité articulaire de la mandibule.

Quelques très longs poils sont disposés symétriquement sur les deux faces latérales de la tête (Pl. I).

Les douze anneaux, qui constituent le corps proprement dit, ont tous une même coloration uniformément blanche et sont transparents : les trois premiers anneaux, presque cylindriques, ont une consistance plus molle que la tête.

Comme sur la tête, quelques longs poils sont disposés symétriquement.

C'est sur ces anneaux que s'insèrent les pattes.

Ces pattes au nombre de trois paires sont courtes, constituées par une hanche ramassée, un large et court tranchanter, une cuisse trapue, une jambe courte et épaisse et par un tarse réduit à un seul crochet.

Trochanter, cuisse, jambe, sont garnis du côté interne de très fortes épines : le crochet du tarse est entouré à sa base d'une série de fines spinules ; on ne constate aucune différence appréciable entre les trois pattes, au point de vue de la structure.

Les anneaux suivants jusqu'au douzième, sont exactement semblables, mais vont en s'atténuant peu à peu et ne s'emboîtent nullement les uns dans les autres, caractère qui s'observe dans les larves de Lampyrides. De même que les antérieurs, ils portent quelques longs poils disposés régulièrement.

Le douzième anneau vu en dessus (Pl. I, 12), présente des dispositions caractéristiques qui, à elles seules, méritent d'être particulièrement étudiées.

De forme conique, plus long et plus étroit que les précédents, il présente, à l'union des deux tiers antérieurs avec le tiers postérieur, un étranglement d'autant plus accusé qu'il est précédé de deux boutons surmontés chacun d'une longue soie raide et très effilée à sa pointe (Pl. I, *m*), à la base de laquelle se trouve une petite pièce cornée irrégulière.

Deux paires de petits mamelons (Pl. I, *m'* et *m''*), situés latéralement, précèdent la forte saillie mamelonnée que nous venons de décrire : les deux mamelons de la paire antérieure portent un long style, les deux autres en sont dépourvus. En arrière de l'étranglement, l'anneau terminal se bifurque en deux parties symétriques, qui, à leur tour, se divisent en pointes triangulaires (Pl. I, *pt*, *p't'*,) : les deux internes (*p't'*) plus petites, dirigées parallèlement, sont presque accolées par leur bord interne; vers le milieu de leur bord externe, elles portent une saillie d'où part une très longue soie.

Les deux externes(*pt*), plus larges et plus longues, sont dirigées en arrière et en dehors : leur bord interne est curviligne et régulier ; leur bord externe porte à sa base une éminence dont se détache un long style.

Vue de côté, l'extrémité terminale présente un aspect particulier : les deux grandes pointes terminales sont dressées en des-

sus, les internes plus petites dirigées presque horizontalement, la pointe un peu tournée en haut.

Le pseudopode anal se dessine sous la forme d'une saillie conique, portant à sa face postérieure une paire de forts crochets dirigés en bas.

Le dernier anneau porte en outre des poils disposés régulièrement à la façon des grands anneaux qui le précèdent.

Les stigmates sont situés sur les bords latéraux. Dirigés un peu en haut, de haut en bas et d'avant en arrière, ils occupent la partie antérieure de l'anneau. Ils sont au nombre de neuf de chaque côté : un sur l'anneau mésothoracique et les huit autres sur les huit premiers anneaux abdominaux. L'anneau prothoracique, l'anneau métathoracique et le douzième anneau en sont dépourvus.

Deuxième age. — Après la première mue, la larve mesure cinq millimètres : elle peut atteindre 15 ou 20 millimètres de longueur et peut-être au-delà, car l'évolution des larves que nous élevons au Laboratoire de physiologie expérimentale de la Faculté des sciences de Paris n'est pas assez avancée et nous n'avons pas encore assisté à la troisième mue.

La forme générale n'est pas modifiée, chez les larves qui ont atteint la plus grande taille; la partie antérieure du corps est seulement un peu plus élargie.

La coloration de la partie antérieure de la tête et du premier anneau va en s'accentuant de plus en plus au fur et à mesure que la chitinisation augmente.

La distribution des poils sur l'ensemble du corps est toujours la même, ils sont seulement un peu plus allongés et plus nettement colorés.

A la tête, les trois pointes du chaperon sont devenues égales en longueur et de forme identique; sur les mandibules, la dent interne a disparu.

Sur les plus grandes larves, la ligne dessinant une section caliciforme, sur le milieu de la tête, dans le premier âge, limite au second, une pièce saillante, nettement différenciée, analogue à celle que Schiödte a décrite et représentée chez les larves d'Élatérides appartenant aux genres *Chalcolepidius* et *Alaus*.

Un sillon médian parcourant toute la partie dorsale commence à s'accentuer et va en s'accusant de plus en plus.

Chez les individus les plus chitinisés, le bord du premier anneau



prend la forme d'une collerette à stries antéro-postérieures. rectilignes, parallèles et très rapprochées.

L'extrémité du corps est beaucoup plus nettement définie.

La partie bifurquée terminale présente un écartement résultant de l'éloignement des deux pièces latérales qui la constituent; les pointes chitineuses qu'elles portent en dehors sont plus développées, leur extrémité est redressée et plus nettement accusée et, en se chitinisant de plus en plus, elles commencent à acquérir, chez les plus grandes larves, l'aspect si caractéristique des grandes larves d'Élatérides (*Chalcolepidius, Alaus*).

Le pseudopode a pris une forme arrondie et les deux crochets qu'il porte se sont développés : les poils qui le revêtent sont devenus plus spinuleux. Plus tard, les mamelons deviennent chitineux comme les pointes et l'ensemble prend une coloration uniforme; le pseudopode s'accentue de plus en plus, les crochets, de même que les épines, sont devenus plus robustes.

Les larves des Pyrophores sont xylophages et lucifuges, elles vivent dans les débris humides du bois pourri très tendre, dans lequel des larves lignivores plus puissantes ont antérieurement creusé des galeries.

C'est au mois d'avril 1885 que j'ai trouvé les premiers œufs et vu éclore les premières larves; mais, les femelles de Pyrophore que j'ai reçues de la Guadeloupe, au mois de septembre de la même année, contenaient encore des œufs sur le point d'être pondus et la boîte dans laquelle elles me furent expédiées renfermait de toutes jeunes larves, en grand nombre, qui avaient dû éclore pendant la traversée. Il m'est impossible de dire actuellement quelle est la durée normale des diverses phases du développement, en raison des circonstances tout à fait particulières dans lesquelles mes insectes se sont trouvés placés; mais, j'espère qu'il me sera facile de combler ultérieurement cette lacune.

On sait déjà (v. p. 40) que la jeune larve, en quittant l'œuf, emporte avec elle toute la substance lumineuse.

La production de la lumière continue à se manifester après l'éclosion; mais, chez les larves du premier âge, on ne peut guère l'observer que lorsqu'on les excite mécaniquement.

La luminosité des larves de deux millimètres de longueur est assez forte pour qu'on puisse la distinguer à un ou deux mètres de distance, dans l'obscurité absolue; elle n'est pas suffisante pour être perçue dans les endroits très éclairés.

Elles font, pour ainsi dire, plus de lumière qu'elles ne sont grosses, car on a une peine infinie à les découvrir en plein jour, au milieu des débris de bois jaunâtre qu'elles habitent, tandis que la nuit ou bien dans le cabinet noir pendant le jour, on arrive assez facilement à les trouver et à les saisir, grâce à la lumière qu'elles émettent d'une manière irrésistible, quand on les excite en remuant les petits fragments de bois avec lesquels elles sont en contact.

Je ne les ai vues éclairer spontanément que la nuit; mais, on peut les forcer à montrer leur lumière quand on veut, soit, comme nous venons de le dire, en les touchant, soit en les excitant par l'électricité, sur un porte-objet muni de deux petites lames de papier d'étain mises en contact avec les deux pôles d'une machine d'induction produisant un faible courant à intermittences peu rapides.

Le plus sûr moyen cependant et le moins dangereux consiste à élever progressivement leur température à 35 ou 38° C.

Le procédé le plus commode consiste dans l'emploi de la platine chauffante, à température constante, imaginée par M. Vignal pour les observations microscopiques.

Grâce à cet appareil, aussi simple qu'ingénieux, nous avons pu, M. Vignal et moi, déterminer, au Laboratoire d'Histologie du Collège de France, le point précis où se produit la lumière chez ces toutes petites larves et j'ai pu ainsi vérifier d'une manière très heureuse l'exactitude de mes premières observations.

Dans celles-ci, l'apparition de la lumière était provoquée par le choc ou le passage du courant électrique, mais elle était de courte durée et ce manque de persistance, ainsi que les mouvements de l'insecte, rendaient l'observation très difficile.

La lumière émise par la larve du Pyrophore, dans le premier âge, a une teinte bleuâtre qui se rapproche plutôt de celle du Lampyre que de la belle clarté verdâtre du Cucuyo : elle est fixe et continue tant que dure l'excitation, dont l'action paraît s'épuiser rapidement; d'où il résulte que l'intensité lumineuse passe par des maxima et des minima, sans pour cela être véritablement intermittente. Nous trouverons plus loin l'explication du phénomène dont nous parlons. *(V. 2e Part., Chap. IV.)*

La lumière émane d'une région située entre le bord postérieur de la tête et le bord antérieur du premier segment thoracique, au niveau de la partie membraneuse qui les réunit (Pl. II).

Ce siège peut se déplacer très légèrement, selon les mouve-

ments de l'insecte, tantôt un peu en avant, tantôt un peu en arrière, empiétant toujours plus ou moins sur les régions céphalique et prothoracique.

Le foyer affecte, quand il atteint son maximum de développement, la forme d'un accent circonflexe à sommet dirigé en avant (Pl. II, *ap. l*) : l'apparition de la lumière a lieu tout d'abord au sommet de cette figure et va en s'étendant de proche en proche, comme une véritable injection de matière lumineuse liquide, symétriquement à droite et à gauche, vers les extrémités latérales.

Grâce à des alternatives d'éclairage et d'extinction, on peut, en examinant par transparence au microscope ces larves translucides, se convaincre que cette région lumineuse correspond à un point dans lequel on constate uniquement la présence de deux organes accolés, sans analogue dans les autres segments (*V. Structure des appareils lumineux*, 1re part., chap. IV).

En nous plaçant dans les conditions les plus variées, il nous a été impossible de découvrir sur d'autres points du corps la moindre trace de luminosité.

Il n'en est plus de même chez les larves du second âge. Après la seconde mue, chez celles qui ont atteint une longueur de douze à quinze millimètres, on voit apparaître dans la région abdominale, depuis le premier segment jusqu'à l'avant-dernier inclusivement, des points brillants, dont les contours sont d'abord mal limités; mais, dès que la taille des larves a atteint 15 à 18 millimètres, les endroits d'où s'échappe la lumière sont mieux circonscrits et se trouvent bientôt rangés en séries parfaitement régulières.

Le foyer éclairant primitif situé à l'union de la tête et du premier segment thoracique a persisté; mais sa forme s'est un peu modifiée : elle affecte alors celle d'un $\lambda$ avec deux points plus brillants et bien délimités à l'extrémité des branches postérieures: ces deux points éclairent parfois isolément.

On ne voit se produire aucune luminosité dans le thorax. Les huit premiers anneaux de l'abdomen portent chacun trois points brillants : deux latéraux très éclairants, et un médian plus faible, qui semble n'être que le reflet des deux autres vu par transparence.

Ces points sont disposés en trois séries longitudinales s'étendant depuis le bord postérieur du premier anneau abdominal jusqu'au bord antérieur du neuvième segment de la même région. Ce dernier anneau ne contient qu'un point lumineux plus gros et

plus brillant que ceux de l'abdomen; mais, moins puissant que celui de l'espace céphalo-thoracique.

Quand la larve est éclairante et immobile, on pourrait la comparer à un bracelet ouvert formé de trois rangées parallèles de perles lumineuses et portant sur chaque fermoir un foyer unique plus brillant.

Les points abdominaux latéraux correspondent à de petites saillies mamelonnées du tégument dont on fera connaître la signification ultérieurement (*V. Structure et développement de l'appareil lumineux*).

Ces mamelons sont situés à l'extrémité postérieure des bords latéraux de chaque segment, en arrière des stigmates avec lesquels ils n'ont aucun rapport direct.

Ce fait peut être facilement constaté en injectant les trachées qui correspondent à ces stigmates, soit en soumettant les larves immergées dans du picro-carminate d'ammoniaque, pendant quelques minutes aux énormes pressions de 600 à 700 atmosphères que l'on obtient facilement avec la pompe de M. Cailletet; soit encore, en rétablissant brusquement la pression normale, après avoir fait le vide dans un tube contenant des larves plongées dans une liqueur colorante.

On voit alors que les deux troncs qui partent en divergeant de chaque stigmate contournent les mamelons en formant à leur base un cercle complet, mais qu'ils ne pénètrent pas dans leur intérieur.

On ne peut constater à la surface de ces mamelons, ou dans les points voisins, aucune trace d'ouverture autre que celle des stigmates.

Faisons remarquer, dès à présent, que la tête et le segment prothoracique, c'est-à-dire les parties les plus voisines de l'appareil lumineux primitif, unique chez la larve du premier âge, sont précisément dépourvues de stigmates. Il en est de même pour le neuvième segment abdominal qui cependant, chez la larve du second âge, possède l'organe le plus brillant après celui de l'espace céphalo-thoracique.

La lumière a la même couleur dans tous les points éclairants, au moins dans les larves du second âge : celle de l'espace céphalo-thoracique est plus stable et se montre ordinairement la première : lors de l'extinction, c'est elle qui disparaît en dernier lieu.

L'apparition de la luminosité ne se fait pas simultanément dans

tous les points du corps, elle va en se propageant d'un bout du corps à l'autre ou par places isolées, selon la nature des mouvements de l'insecte.

Toute excitation, toute irritation provoquée ou spontanée de l'Insecte augmente l'intensité de la lumière : celle-ci ne se produit parfois que dans le point excité ; mais, elle se généralise d'ordinaire et s'exagère avec les mouvements de l'insecte principalement pendant la marche, quand il cherche à fuir, à franchir un obstacle ou à se défendre d'une attaque.

On ne peut mieux comparer ce qui se passe dans ces conditions qu'à ce que ce que l'on voit se produire sur une rampe extérieure portant des becs de gaz assez rapprochés : quand l'air est agité, on voit les petites flammes bleues et vacillantes s'éteindre successivement ou se rallumer suivant la direction du vent.

Rien n'est plus singulier et plus merveilleux que l'étrange illumination de cet être bizarre, dans les entrailles duquel semble circuler un métal en fusion.

On se figure difficilement l'impression que pourrait produire sur l'imagination l'apparition inattendue d'un être semblable cinquante fois plus long seulement et large en proportion.

Il y aura lieu de rechercher quelle est la signification de cet embrasement presque général du corps de la larve au second âge : car, il est bien évident qu'à la suite de la première mue des modifications anatomiques et physiologiques importantes se sont produites dans le jeune insecte.

Arrivées à ce degré de développement, les larves commencent à creuser des galeries dans le bois le plus tendre.

Je ne saurais dire si elles sont à l'occasion carnivores et si parfois elles se dévorent entre elles, comme cela se voit (*V. Généralités sur les larves d'Élatérides, p. 29*) chez certaines espèces appartenant à des genres voisins ; mais ce qu'il y a de bien certain c'est qu'elles se livrent quelquefois des combats acharnés pendant lesquels on les voit faire feu de toutes parts : chaque choc fait jaillir des gerbes d'étincelles et rien n'est plus curieux à observer que cette lutte du feu contre le feu, au milieu de la nuit !

---

# CHAPITRE III.

## ANATOMIE DESCRIPTIVE DU PYROPHORUS NOCTILUCUS (1).

### § 1. *Du squelette.*

Considéré dans son ensemble, le squelette des Pyrophores présente les caractères généraux de celui des Coléoptères qu'il est inutile de rappeler ; mais il possède, en outre, les particularités curieuses qui sont propres au groupe des Élatérides et sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir à propos de la physiologie du Pyrophore, en raison des relations qui existent entre l'appareil du saut et ceux qui produisent la lumière.

Darwin (2) dit que l'appareil du saut qu'il a observé sur les Pyrophores du Brésil n'a pas été suffisamment étudié : Brown en avait cependant donné une assez bonne description ; mais, elle a plutôt trait à la façon dont le saut s'exécute qu'à la description exacte des pièces de ce curieux appareil.

L'appareil du saut (Pl. III) est constitué dans ses parties essentielles par une pointe chitineuse (*p*) prolongement médian du sternum du prothorax qui prend naissance à la base des pattes de la première paire. Ce prolongement sternal, d'abord renflé, se termine par une pointe mousse à face externe rugueuse et couverte de poils qui est susceptible de se loger librement dans une gouttière (*g*) du sternum du mésothorax.

Cette gouttière, qui s'étend sur la ligne médiane jusqu'à la naissance de la deuxième paire de pattes, a la forme d'une cavité allongée dont la concavité présente en creux le moule de la pointe thoracique. Sa surface interne est lisse et brillante ainsi que la face de l'épine avec laquelle elle est en contact.

A la partie antérieure de la gouttière, de chaque côté, se trouvent deux épais bourrelets chitineux destinés à en assurer la solidité.

(1) *Remarque.* — Ces recherches anatomiques, sans lesquelles une étude expérimentale comme celle que nous avons entreprise eût manqué de fondements solides, ne porte que sur les points qu'il était indispensable de consigner ici. Dans un travail plus général, fait avec la savante collaboration de M. Künckel d'Herculais, comprenant toute l'anatomie descriptive et comparée des Insectes lumineux, les parties complémentaires seront traitées avec tous les détails qu'elles comportent.

(2) Darwin, *Voyage d'un Naturaliste autour du Monde*. Paris 1875, p. 80-81.

Les rapports des diverses pièces de cet appareil sont conservés grâce à la présence, de part et d'autre de la gouttière mésothoracique, d'une sorte d'arête incurvée (*ar*) susceptible de se loger dans une concavité correspondante (*c*) du bord postérieur de la partie basilaire des grandes pointes prothoraciques.

Tout le squelette offre une résistance considérable qui protège efficacement l'animal dans les sauts souvent énormes, par rapport à sa taille, qu'il exécute, dans certaines circonstances, un grand nombre de fois de suite.

Cette dure carapace offre en outre un point d'appui solide, au moment de la détente, et une élasticité plus grande quand le corps touche le sol. (V. 2e partie, chap IV, § 4).

Faisons remarquer, en passant, que la mise en évidence de la plaque ventrale *(p v)* concorde avec la déhiscence des élytres ; dans la position ordinaire, elles ne permettent pas le mouvement de relèvement de l'abdomen. Mais, quand les élytres sont volontairement écartées ou entr'ouvertes par un effort violent, la pointe postérieure de l'abdomen peut alors se relever entre les ailes et par son relèvement amener la disjonction des segments, sans laquelle la plaque ventrale n'est pas visible.

Pour bien se rendre compte de la façon dont s'opère le mouvement, il importe de fixer d'abord très exactement la position anatomique de la plaque ventrale.

On conçoit facilement que les observateurs qui pensaient, pour les raisons que nous avons indiquées plus haut, à propos de la luminosité des œufs, que tout le corps était lumineux, n'aient pas cherché à préciser exactement les points par lesquels, dans leur esprit, la lumière s'échappait.

Mais, on a lieu d'être surpris de voir Lacordaire, qui s'élève précisément contre le défaut d'exactitude des observateurs qui l'ont précédé, placer le troisième foyer à la partie postérieure du mésothorax, alors que le mésothorax et le métathorax sont unis d'une manière intime.

M. Candèze, qui n'a peut-être pas eu l'occasion d'examiner des Pyrophores vivants, partage l'erreur de Lacordaire et place également la plaque ventrale à l'union du métathorax avec le mésothorax.

Heinemann dit que « chez le mâle l'organe occupe la coupe « transversale de l'abdomen, c'est-à-dire qu'il remplit le grand « espace qui est laissé libre à la partie inférieure. »

MM. Laboulbène et Robin ne sont guère explicites et se con-

tentent d'indiquer que « cet appareil se trouve situé sur la face ventrale du corps, entre le thorax et l'abdomen, dans l'espace interthoraco-abdominal, entre les segments emboîtés du métathorax et du segment abdominal. »

En réalité, l'appareil lumineux ventral n'a aucun rapport avec le thorax, il est une dépendance absolue du premier segment abdominal : il occupe la région intermédiaire du sternite du premier zonite de l'abdomen (Pl. I, *1ab*). Le tégument de la région qu'il occupe est moins chitinisé que celui de la région avoisinante, de façon à demeurer transparent.

Ainsi formulée, cette détermination ne peut laisser prise à aucune hésitation, à aucune incertitude.

La position des organes lumineux prothoraciques, variable d'ailleurs, suivant l'espèce, a été suffisamment indiquée dans le chapitre « *Zoologie* », en raison de son importance au point de vue de la détermination des espèces et de leur groupement, pour qu'il soit inutile d'y revenir ici.

## § 2. — *Appareil digestif.*

L'appareil digestif des Élatérides a été peu étudié. Léon Dufour seul (1) a décrit et figuré sommairement le canal alimentaire de deux Élatérides indigènes (*Elater* [*Lacon*] *murinus ; Elater* [*Agriotes*] *gilvellus*).

L'appareil digestif du Pyrophore (Pl. IV) rappelle par ses dispositions générales celles qui nous sont connues et présente une grande simplicité.

Les pièces buccales (Pl. III) sont constituées par un labre ou lèvre supérieure (*l*) masqué par un chaperon ; quand on regarde l'animal en dessus, dans sa position naturelle, le labre est arrondi en avant et saillant entre les mandibules *(md)*.

Celles-ci sont assez robustes, bidentées à leur extrémité.

Les mâchoires (*m a*) lamelliformes font corps avec le menton et la lèvre inférieure : elles sont ciliées sur leur face interne et portent un palpe de quatre articles *(pm)* : le premier est extrêmement court et le dernier est sécuriforme ; la lèvre inférieure, arrondie en avant, porte un palpe de trois articles (*pl)*, le dernier également sécuriforme.

Nous ferons remarquer que la coalescence qui existe entre les

(1) L. Dufour. Ann. d. Sc. nat., 1821.

mâchoires et la lèvre inférieure existait déjà dans la larve, mais dans l'Insecte parfait elle s'est exagérée à telle point que le palpe interne indiquant l'existence du lobe interne maxillaire a disparu.

Cette disposition des pièces buccales nous enseigne le régime de l'animal que les anciens auteurs croyaient carnivore et qui est bien évidemment un insecte lécheur.

En arrière de la bouche se trouve un très grêle et très court œsophage (Pl. IV, *œ*) qui se renfle en une ampoule ovoïde plus large à sa partie postérieure, représentant un jabot rudimentaire (Pl. IV, *j*).

Cette partie est suivie d'une brusque dilatation du tube digestif (Pl. IV, *e*) affectant la forme d'un cône allongé dont la surface irrégulièrement bosselée est couverte de renflements diversement distribués. La partie amincie de ce cône correspond au mésothorax.

A son entrée dans le métathorax, le tube digestif va en s'élargissant progressivement pour constituer le reste de l'estomac ou intestin moyen (1) qui est représenté par un long fuseau (Pl. IV, *e'*) dont l'extrémité postérieure atteint le niveau du premier anneau abdominal.

La surface de l'estomac ou *intestin moyen* présente des replis transversaux formant des sillons circulaires (Pl. IV, *e'*) déterminés par la rétraction de ses bandelettes annulaires musculeuses, ce qui lui donne un aspect très différent de celui de la région antérieure.

A partir du premier anneau abdominal, il prend la forme d'un tube cylindrique régulier (Pl. IV, *e''*) jusqu'à l'insertion des quatre canaux déférents des tubes de Malpighi (Pl. IV, *it*).

Ici commence l'intestin, proprement dit *intestin terminal* (Pl. IV,

(1) Selon M. Plateau, le nom d'estomac doit être supprimé parce que cet organe est caractérisé chez les animaux supérieurs par une sécrétion acide qui ne se rencontre pas chez les Articulés (V. *partie expérimentale*, chap. IV, § 2). Adoptant les idées de Gegenbaur, M. Plateau propose de remplacer les termes d'*estomac* ou *ventricule chylifique*, par le nom d'*intestin moyen* qui n'entraîne avec lui qu'une idée anatomique de la position.

Le même genre de considérations conduit cet auteur à désigner sous le nom commun d'intestin terminal tout le reste inférieur du tube digestif, depuis l'insertion des tubes de Malpighi : cet intestin terminal, se subdivise en *intestin terminal grêle* et *intestin terminal large* (Plateau, *Recherches sur la digestion chez les Insectes*. Bruxelles, 1874.)

*in*), dont le diamètre plus grand que celui du tube précédent se replie sur lui-même un certain nombre de fois, formant une sorte de spirale irrégulière. Cet *intestin terminal grêle* va déboucher dans un *rectum* (Pl. IV, *r*) ou *intestin terminal large* se dilatant graduellement jusqu'à sa partie moyenne pour se rétrécir légèrement dans sa partie postérieure.

Comme la seconde partie de l'intestin moyen ou estomac, il laisse voir à sa surface de fins plissements déterminés par la contraction des faisceaux musculaires circulaires logés dans sa paroi.

Les appareils annexes du tube digestif se réduisent aux tubes de Malpighi qui sont au nombre de quatre paires, enchevêtrés en pelotons, formant deux masses, dont la première (Pl. IV, *tm*) entoure la partie terminale du deuxième renflement stomacal et dont la seconde masse (Pl. IV, *t'm'*) occupe plus particulièrement la région de l'intestin. Le développement des appareils génitaux, surtout chez les femelles, modifie la situation relative des tubes de Malpighi par rapport au tube digestif.

## § 3. — *Appareil circulatoire.*

Il est constitué comme chez tous les Insectes par un cœur ou vaisseau dorsal traversant le corps entier, depuis le dernier anneau abdominal jusqu'à la tête (Pl. V).

La région du cœur située dans l'abdomen est la plus élargie : elle est maintenue en place par une série de ligaments triangulaires, au nombre de cinq paires (Pl. V, *a*, *a'*, *a''*, *a'''*, $a^{\text{IV}}$) correspondant chacun à un segment : c'est dans cette partie que sont situées les chambres correspondantes aux ailes.

La partie terminale est maintenue par une bande ligamenteuse (Pl. V, $a_{\text{V}}$) dirigée directement en arrière.

A la partie antérieure du premier segment de l'abdomen, le cœur prend la forme d'une ampoule ellipsoïdale (Pl. V, A) maintenue en avant par une paire d'ailes plus petites.

Au point où il pénètre dans le thorax, il s'incurve en bas brusquement pour prendre la forme aortique (Pl. V, *ao*) et vient s'appliquer sur le tube digestif pour passer sous les masses musculaires épaisses qui mettent en jeu les ailes. Il prend alors sa forme cylindrique et son diamètre primitif jusqu'à un point du mésothorax que nous allons définir.

Dans tout son trajet au travers du mésothorax, il est maintenu par un tissu fibrilloïde relié aux trachées et qui représente les ailes abdominales.

Arrivé dans le métathorax, il est surmonté par une petite cupule ovoïde (Pl. V, *cu*), à grand diamètre transversal dont les bords sont chitineux et qui s'insère à la face inférieure du tergum mésothoracique ou scutum.

Cette cupule, qui n'a été signalée par aucun observateur, joue un rôle important dans le fonctionnement de l'appareil circulatoire ; elle assure au cœur un point fixe qui permet au prothorax d'effectuer sa rotation autour du mésothorax, de telle sorte que la circulation ne soit nullement gênée lorsque s'accomplissent les mouvements violents du saut.

Disons de suite, qu'au point de vue de la fonction photogénique, le saut paraît avoir une certaine importance, en modifiant localement les conditions ordinaires de la circulation dans les appareils prothoraciques, principalement dans le renversement forcé du prothorax en arrière et en avant (2e part., chap. IV, § 4).

A partir de cette cupule, jusqu'au point où il passe sous le cerveau, le cœur ne présente pas de forme nettement définie ; il est maintenu par des séries de trachées régulièrement disposées, qui semblent délimiter deux ailes rudimentaires, puis il va en s'amincissant jusqu'au point où il se perd dans la tête.

### § 4. — *Appareil respiratoire.*

*Des stigmates.* — MM. Robin et Laboulbène ne parlent pas des stigmates du Pyrophore; quant à M. Heinemann, il porte leur nombre à neuf paires, dont sept seraient situées sur l'abdomen et les deux autres sur le thorax (méso- et métathorax).

L'étude attentive de ce point d'anatomie nous a permis de constater que la description de Heinemann ne présentait ni la précision, ni l'exactitude désirables, d'autant plus qu'elle n'est accompagnée d'aucune espèce de figure : disons tout de suite que l'existence d'une paire de stigmates d'une grande importance physiologique, lui a échappée complètement.

Les stigmates abdominaux (Pl. V) sont en partie situés dans une gouttière longitudinale qui règne sur le bord latéral des tergites et qui se trouve transformée en une sorte de canal servant à la distribution de l'air à toutes les ouvertures respiratoires de cette région.

Chacun des stigmates situés dans cette gouttière est logé lui-même dans un petit enfoncement placé à la partie antérieure de chaque tergite.

Il est difficile, d'après la description de M. Heinemann, de savoir quels sont les sept stigmates qu'il attribue à la région abdominale, car nous verrons par la suite de cette description que, si le nombre total des stigmates s'élève bien réellement à neuf paires, comme l'indique cet auteur, il existe néanmoins une confusion difficile à expliquer, relativement à la forme et à la position qu'il attribue aux stigmates.

D'autre part, selon cet observateur, les stigmates abdominaux se distingueraient des stigmates thoraciques par leur forme arrondie, alors que ces derniers seraient allongés. Nous allons voir également que ce n'est pas de cette manière qu'il convient d'interpréter les faits. Il est bien évident que le stigmate, considéré par M. Heinemann comme métathoracique, doit être rangé au nombre des stigmates abdominaux, qui sont alors portés à sept paires, ceux-ci affectant des formes et des dimensions diverses, ainsi que nous allons le voir.

Ceci posé, les stigmates de la dernière paire abdominale (Pl. V, $s^{\text{vi}}$) située sur le septième anneau abdominal présentent la même forme et les mêmes dimensions que les stigmates qui les précèdent situés sur les sixième, cinquième, quatrième, troisième tergites abdominaux (Pl. V, $s^{\text{v}}$, $s^{\text{iv}}$, $s'''$, $s''$).

Leur péritrème est de forme elliptique, asymétrique, à grand axe transversal : leur ouverture est béante, en raison de l'absence d'élasticité du péritrème.

Les stigmates de la seconde paire abdominale (Pl. V, $s'$) située sur le deuxième tergite affectent une forme toute différente; ils sont de dimensions plus grandes, de même irrégulièrement ellipsoïdes, mais à grand axe un peu incliné en arrière et en dehors. Le bord inférieur du péritrème a la forme d'un croissant, le bord supérieur porte un petit appendice constituant une sorte de petit clapet obturateur très peu développé, dont il existe d'ailleurs des rudiments moins mobiles dans les autres stigmates précédents.

Les stigmates du premier tergite abdominal (Pl. V, $s$) s'éloignent encore plus de la forme des précédents. Leurs dimensions sont quadruples de celles des stigmates du deuxième anneau. Ils sont situés tout à fait à la partie antérieure du premier anneau, latéralement, tout près de son point de jonction avec le zonite méta-

thoracique. Le péritrème présente un contour réniforme : les courbures de chaque lèvre en croissant, à convexité tournée en avant et en dehors, sont presque parallèles entre elles, de telle sorte qu'ici l'occlusion est déterminée par le rapprochement de ces lèvres qui peut s'effectuer très exactement.

Profondément situé dans une excavation logeant au repos la partie antéro-externe et inférieure de l'élytre et la partie terminale antérieure de l'aile, on voit, après avoir enlevé ces organes et seulement dans ces conditions, l'ouverture d'un stigmate dirigé de dedans en dehors et d'avant en arrière, presque transversalement. La paroi inférieure de cette cavité correspond aux pièces épisternales du mésothorax et est coupée par le plan vertical qui passe par l'insertion des pattes de la seconde paire, au-dessus desquelles elle est située (Pl. VI, fig. IV, *s*). L'ouverture de ce stigmate, dont les lèvres parallèles sont accolées, a la forme d'une petite glotte. Il est évident que cette ouverture ne peut être mise en communication avec l'air extérieur que lorsque les élytres soulevées et écartées permettent aux ailes de se déployer : ce stigmate paraît destiné tout particulièrement à favoriser la respiration pendant le vol (Pl. VI, fig. I, *s*).

Dans l'espace membraneux situé sur le bord postérieur du prothorax et le bord antérieur du mésothorax, de chaque côté de la pointe sternale, en arrière de l'insertion des pattes de la première paire, on distingue la neuvième paire de stigmates.

Celle-ci, qui occupe comme on vient de l'indiquer la face ventrale du corps, contrairement à tous les autres stigmates, présente une organisation toute spéciale (Pl. VI, fig. I et II, *s*).

Le péritrême irrégulièrement ovoïde, à grande courbure située en avant et en dedans, plus convexe à sa partie postéro-interne, limite une ouverture (Pl. VI, fig. II, *s*) qui est fermée par un dispositif très singulier et sans analogie avec les appareils d'occlusion décrits chez les insectes.

Il est donc bien évident maintenant, après la description que nous venons de faire, que M. Heinemann n'a pas reconnu l'existence du stigmate prothoracique : quant au stigmate métathoracique, il semble avoir fait confusion; car, s'il avait vu le véritable stigmate, il aurait certainement défini la position si spéciale qui lui est propre, ce qui s'explique d'autant mieux qu'il faut enlever les élytres et les ailes pour apercevoir cet organe.

Nous allons voir également que ce n'est pas des stigmates thoraciques, ainsi que le prétend M. Heinemann, ni des gros

stigmates du premier segment abdominal, comme le pensent MM. Robin et Laboulbène, que partent les troncs trachéens qui se rendent à l'appareil ventral lumineux, mais bien des deuxièmes stigmates abdominaux (Pl. VI, fig. v, *s*.)

*Des trachées*.— Considéré dans son ensemble, l'appareil trachéen présente, au premier aspect, trois dispositions différentes, suivant que l'on considère l'abdomen, le méso et le métathorax, ainsi que le prothorax (Pl. V.)

Dans toute la région abdominale les trachées sont de petites dimensions et disposées de façon à constituer une sorte de lacis qui entoure l'appareil digestif, les organes génitaux, se répandant à la surface de tous ces appareils et se distribuant au cœur et au système nerveux.

Au contraire, dans la région thoracique, on rencontre de gros troncs trachéens, de diamètres incomparablement plus grands et dont le nombre est assez limité.

Dans le prothorax on observe un degré de complication plus grand : les troncs trachéens sont encore volumineux, mais leurs ramifications sont plus étendues.

Revenons à l'abdomen où nous allons suivre le trajet parcouru par chaque tronc partant des stigmates de cette région.

De chacun des petits stigmates part un tronc très court, qui est relié immédiatement par une assez large branche anastomotique avec celui qui le suit et celui qui le précède ; l'ensemble de ces canaux forme un long canal trachéen collecteur (Pl. V, *tr*) parallèle au bord de l'abdomen.

Le petit tronc partant du stigmate se prolonge à peine et se dichotomise de manière à envoyer uniformément des branches au nombre de quatre qui se distribuent aux différents organes contenus dans la cavité abdominale (Pl. V, *tr*.)

De chacun des angles formés par la réunion des troncs stigmatiques avec le canal collecteur part une branche sinueuse (Pl. V, $tr_1$), qui se réunit avec une branche également sinueuse venue de l'angle complémentaire ; cette disposition se répétant sur chaque anneau, il en résulte une série d'anses dont l'ensemble forme une ligne festonnée parcourant chacune des parties latérales de l'abdomen.

Le sommet de ces anses s'avance, sur la partie supérieure du vaisseau, au-devant du sommet de l'anse correspondante à laquelle elle est reliée par une anastomose transversale.

Une disposition semblable, mais plus réduite, se présente dans le dernier anneau.

De ce même point de réunion du tronc trachéen partent deux autres branches se dirigeant plus profondément.

Les deux dernières paires (Pl. V, $tr_2$) acquièrent une dimension en longueur beaucoup plus considérable, et vont en se dirigeant longitudinalement vers la région antérieure de l'abdomen pour se distribuer à la surface de la portion de l'estomac qui s'y trouve contenue; elles fournissent également des branches à l'appareil génital.

Le stigmate de la deuxième paire (Pl. V, *s'*; Pl. VI, fig. v, $sa_2$) offre une importance toute particulière en raison de la distribution du tronc qui s'en détache.

Celui-ci, indépendamment des branches que nous venons de décrire, donne naissance à deux paires de rameaux trachéens, de dimensions relativement très petites, dont les ramuscules vont se distribuer à la surface de l'organe lumineux ventral (Pl. VI, fig. IV, $sa_2$).

Le tronc principal arrivé vers la partie latérale moyenne du bord externe de l'appareil ventral se subdivise en plusieurs branches secondaires qui, en se recourbant, épousent la forme de la courbure de la face postérieure de l'organe pour aller ramper à sa surface vers la partie médiane.

Nous insistons sur ce point, déjà signalé, pour des raisons que nous ferons valoir ultérieurement : à savoir, que ce tronc, destiné à l'appareil lumineux, communique, comme les autres, avec tout le système trachéen par le *canal collecteur* dont nous avons précédemment donné la description.

Le premier stigmate abdominal, celui-là même qui, d'après MM. Robin et Laboulbène donneraient naissance aux branches trachéennes de l'appareil lumineux, correspond en réalité à deux énormes troncs qui ont une destination toute différente.

Un tronc commun (Pl. V, *s*) très court, à très large diamètre, se bifurque presqu'au voisinage du stigmate d'où il émane : la branche supérieure moins volumineuse se recourbe en croissant à concavité supéro-externe, vers le vaisseau dorsal, sur la surface duquel il détache de minuscules trachées parallèles les unes aux autres. Bien que la direction et les dimensions soient différentes, il n'en est pas moins évident qu'elles sont la continuation du grand canal collecteur latéral que nous avons décrit dans la région abdominale; aussi, les voit-on prolonger directe-

ment la branche correspondante partant du stigmate mésothoracique.

La branche la plus volumineuse provenant de la bifurcation du tronc primitif (Pl. V, *sa*) est accolée au côté postérieur de la branche précédente, dont elle se détache pour plonger dans la cavité thoracique, et se diriger parallèlement vers la partie antérieure du tube digestif, auquel elle envoie de place en place des bouquets de trachées.

De ces troncs profonds partent également des branches qui se rendent aux pattes de la deuxième et de la troisième paire.

La même disposition générale se retrouve dans les branches partant du deuxième stigmate antérieur ou mésothoracique. Cependant, à première vue, on pourrait croire à des dispositions particulières qui ne sont qu'apparentes.

D'un gros tronc très court (Pl. V, *sm*), se détachent deux branches d'inégal diamètre : la branche postérieure la plus forte, légèrement recourbée, à convexité postérieure, se dirige directement en dedans et au-dessous et fournit des ramuscules au tube digestif et aux muscles profonds de la région sternale du méso et du prothorax. La seconde branche de bifurcation du tronc primitif se divise à son tour en deux branches plus petites : l'une, dirigée directement en arrière, va se confondre avec la portion correspondante du groupe qui précède celui-ci, contribuant, comme dans les autres régions, à la formation du canal collecteur. Il en est de même de la branche ascendante qui part du même point pour se diriger vers les parties latérales du prothorax dans lequel elle pénètre.

A son origine, cette branche envoie un rameau transversal anastomotique à la hauteur de la cupule qui se trouve au-dessus de la partie aortique du vaisseau dorsal (Pl. V, *cu*) : ce rameau se réunit, en passant au-dessus du cœur, à un rameau semblable venu du point correspondant de l'autre côté.

A leur entrée dans le prothorax, ces mêmes branches émettent par leur côté interne deux rameaux formant une courbure à convexité tournée en dedans, qui arrive jusqu'au contact de la branche correspondante de l'autre côté, sur l'aorte prothoracique. Les sommets des courbes qu'elles décrivent sont réunies par une très courte branche anastomotique qui passe en dessus de l'aorte (Pl. V, *ao.*)

A sa base, chacun de ces rameaux fournit de petits ramus-

cules qui se dirigent en bas, vers l'aorte, à la surface de laquelle ils s'épanouissent.

En haut et en dehors, vers les masses musculaires du prothorax le rameau externe continue le tronc principal qui fait partie du canal collecteur ; puis, en passant au niveau des appareils lumineux, il donne naissance, en haut et en dehors, à un fort pinceau de fines trachéoles, qui vont se perdre dans les masses musculaires prothoraciques.

De ce point, mais plus profondément, partent d'autres trachées se répandant autour des organes lumineux de cette région ; c'est lui aussi qui reçoit les rameaux profonds venant du stigmate prothoracique (Pl. VI, fig. III) situé à la face ventrale.

Ce même point est un véritable carrefour de trachées.

Un examen superficiel pourrait faire croire que ce grand développement trachéen est destiné à assurer la fonction photogénique : il n'en est rien. La plupart de ces trachées se rendent aux masses musculaires dont le développement est en rapport avec l'énergie déployée dans l'acte du saut.

Les anastomoses sont si largement établies avec les branches fournies par le deuxième stigmate thoracique et, par son intermédiaire, avec tout le reste de l'arbre respiratoire, qu'il ne serait pas juste de dire que ce premier stigmate, ou un stigmate quel qu'il soit, commande exclusivement à un appareil déterminé. La constitution anatomique démontre déjà que si un stigmate était obturé, soit pour une cause, soit pour une autre, le libre exercice de la circulation de l'air ne serait entravé plus particulièrement dans aucune région du corps.

De ce carrefour, une grosse branche supérieure, continuation du *collecteur*, se dirige dans le plan supérieur, vers la tête, en dessinant une ligne convexe en dehors.

Un peu avant sa pénétration dans la tête, elle se divise en deux petites branches, l'externe allant aux yeux, l'interne au cerveau et aux antennes (Pl. V).

Sur toute la longueur de son bord externe, elle donne naissance à des faisceaux qui vont s'épanouir dans les muscles des parties antéro-latérales et supérieures des muscles prothoraciques. De son bord interne, près de sa sortie du carrefour, elle va en se bifurquant vers la partie moyenne du prothorax en deux rameaux : l'un interne, qui envoie au vaisseau dorsal, dans son extrémité antérieure, des trachéoles; l'autre, passant au-dessous

de la branche céphalique, un peu avant sa bifurcation, pour aller se perdre dans la tête, à la région inférieure.

Ces différentes branches anastomosées forment, au-dessus du vaisseau dorsal, des losanges dont la figure seule peut faire comprendre l'élégante disposition.

## § 5. *Système nerveux.*

L'étude complète du système nerveux du Pyrophore était nécessaire à un double point de vue. D'abord, il était impossible de fixer avec certitude le véritable emplacement et la nature même d'un ganglion considéré isolément, ainsi qu'on peut s'en rendre compte en examinant la figure qui les représente (Pl. VII) ; ensuite, parce qu'il était utile de préciser la situation des centres et la direction des branches qui en partent pour se rendre aux appareils lumineux. On comprend d'ailleurs l'importance d'une exactitude rigoureuse quand il s'agit de pratiquer des opérations de vivisection sur des parties aussi délicates.

En dehors de ces considérations, disons que le système nerveux du Pyrophore est construit sur le même plan que celui de l'*Athous hirtus*, si bien représenté par M. le professeur E. Blanchard du Muséum (1).

Cependant, nous avons observé quelques particularités qui ne sont pas mentionnées par les auteurs qui se sont occupés du système nerveux des Coléoptères.

Le cerveau (Pl. VII, *c*) est peu volumineux ; les nerfs qui en partent, pour se rendre au labre, aux antennes et aux yeux, ne présentent rien de particulier à signaler. Il est situé immédiatement au-dessous du vertex, de telle sorte que son axe transversal correspond exactement à une ligne fictive passant par l'axe géométrique des yeux.

Le ganglion sous-œsophagien (Pl. VII, *gsœ*) est situé dans la partie postérieure de la tête, partie qui s'engage dans le thorax ; il est placé immédiatement en arrière et au-dessus du menton.

Ce ganglion envoie trois paires de nerfs situées dans trois plans superposés : celle des mandibules, celle des mâchoires et la paire de nerfs de la lèvre inférieure.

(1) E. Blanchard, *Recherches anatomiques et zoologiques sur le système nerveux des animaux sans vertèbres. — Du système nerveux des Insectes.* Ann. d. sc. nat., (3), V, p. 357, pl. 11, fig. 3, 1846.



De ce même ganglion, part une paire de connectifs qui traverse le prothorax jusqu'à la hauteur des appareils lumineux prothoraciques, pour se rendre au ganglion prothoracique (Pl. VII, *gpth*).

Sur leur trajet, les connectifs émettent à leur entrée dans le prothorax une paire de filets nerveux qui décrivent une courbe parallèle au bord du prothorax (Pl. VII, *n*) et dont les filets se distribuent aux masses musculaires prothoraciques ventrales.

Le ganglion prothoracique envoie une paire de nerfs aux pattes et un filet nerveux, de chaque côté (Pl. VI, fig. 3, *gpth*), qui se dirige en arrière des appareils lumineux pour distribuer ses rameaux aux muscles qui les avoisinent.

On n'a pu constater la présence d'aucun filet nerveux se rendant directement dans la substance même de l'appareil lumineux (V. structure des app. lumin., 1re part., chap. IV, § 3).

Les connectifs qui partent de ce ganglion se rendent au ganglion mésothoracique (Pl. VII, *gmsth*) dont la forme est presque quadrangulaire et rappelle un peu celle d'un œuf de Raie : il envoie un nerf aux pattes de la seconde paire et un filet nerveux qui innerve les muscles moteurs des élytres.

Les connectifs affectent ici une forme toute particulière : au lieu de rester parallèles, ils s'écartent pour se rapprocher de nouveau, de façon à former un anneau complet entourant une saillie de l'entothorax, pour se rendre ensuite au ganglion métathoracique (Pl. VII, *gmtth*) : en longueur, ils n'atteignent guère que le quart des connectifs précédents.

Le ganglion métathoracique, intimement uni au premier ganglion abdominal, semble former un tout avec lui; mais, un examen attentif permet cependant de distinguer de la masse ganglionnaire les ganglions primitifs.

Du ganglion métathoracique, proprement dit, part en avant une paire de nerfs se rendant aux muscles alaires, et en arrière, des nerfs qui se rendent aux pattes de la troisième paire.

Du ganglion premier abdominal (Pl. VII, $ga_1$), partent les deux cordons connectifs accolés l'un à l'autre, qui se rendent au deuxième ganglion abdominal (Pl. VII, $ga_2$) situé à la hauteur du premier stigmate abdominal; de ce ganglion, les connectifs se continuent de proche en proche et relient les troisième, quatrième, cinquième, sixième et septième ganglions abdominaux (Pl. VII, $ga_3$, $ga_4$, ... $ga_7$).

Le premier ganglion abdominal émet une paire de longs filets

nerveux (Pl. VII, $ga_1$), qui suivent parallèlement les connectifs; puis, ceux-ci s'écartent brusquement en prenant une direction perpendiculaire à la première, pour se rendre dans les parties situées sur les côtés du premier anneau abdominal et aux stigmates de cet anneau; du point de courbure se détache un mince filet qui se rend aux muscles de l'appareil ventral.

Du deuxième ($ga_2$), du troisième ($ga_3$), du quatrième ganglion ($ga_4$) abdominal, se détache une paire de filets nerveux se distribuant aux muscles de chaque segment.

Immédiatement au-dessus, de chaque ganglion, part un mince filet nerveux qui va jusqu'aux stigmates.

Le septième ganglion abdominal ($ga_7$), comme tous les derniers ganglions de la chaîne nerveuse des insectes, est beaucoup plus volumineux que ceux qui le précèdent, pour cette raison fort simple qu'il est formé par la réunion de deux centres nerveux : il représente, en effet, les septième et huitième ganglions abdominaux.

De cette masse ganglionnaire (7e centre), part de chaque côté un grêle filet nerveux dont les divisions terminales se distribuent aux muscles du dernier anneau. En dedans, naît une paire de nerfs qui se rend aux organes génitaux (Pl. VII, *ng*); ce sont les nerfs les plus volumineux.

Près de la racine des nerfs génitaux, se détache une paire de nerfs récurrents (Pl. VII, *nr*), qui remonte parallèlement à la chaîne ganglionnaire, jusque dans le métathorax, pour distribuer leurs fines terminaisons au tube digestif.

Nous appelons particulièrement l'attention sur ces filets nerveux dont nous n'avons vu nulle part mentionner l'existence.

### § 5. *Organes génitaux.*

*Appareil mâle.* On peut diviser en deux groupes les organes qui concourent à la formation de l'appareil génital mâle : 1° organes essentiels spermatogènes; 2° organes annexes, destinés à fournir les secrétions accessoires et à servir de réservoirs spermatiques.

Les organes spermatogènes du Pyrophore (Pl. VIII, fig. I, *os*) sont constitués essentiellement par une paire de très longs tubes terminés en cœcum. A leur extrémité terminale, ils prennent l'aspect d'un renflement cylindrique sinueux situé sur les parties

latérales de l'abdomen, de chaque côté de la dernière portion de l'intestin. Au dessus de ce renflement, le tube devient plus mince, grêle, et va en remontant passer au-dessus des organes que nous allons décrire, en formant de nombreuses sinuosités pelotonnées qui leur donnent l'aspect des tubes de Malpighi. Arrivés vers la réunion des deux tiers inférieurs de la cavité abdominale avec le tiers supérieur, ils se reploient vers la ligne médiane, passent au-dessous de la masse des organes annexes et viennent déboucher à la partie inférieure du carrefour où aboutissent tous les canaux déférents.

Les organes annexes se composent de deux systèmes de cœcum glandulaires servant en même temps de réservoirs.

Deux supérieurs, beaucoup plus volumineux, se présentent sous la forme de deux cornes épaisses, recourbées, obtuses à leur extrémité qui est tournée en dehors : leur bord antérieur est convexe en avant (Pl. VIII, fig. 1, *oa*). Ces deux organes débouchent largement dans le carrefour commun.

Quatre autres tubes (Pl. VIII, fig. 1, $o_1a_1$), réunis par paires situées de part et d'autre au-dessous des précédents, complètent ces organes annexes. Ils débouchent largement au-dessous des précédents par une ouverture unique un peu au-dessus du point d'arrivée des tubes spermatogènes. De cet orifice commun, part le tronc large et court qui résulte de la fusion de cette paire de tubes. Ceux-ci vont en divergeant, l'un vers la partie inférieure de l'abdomen, l'autre vers la partie supérieure.

L'extrémité terminale du tube inférieur se trouve en rapport, par sa face postérieure, avec les dernières portions du cœcum spermatogène qu'elle recouvre en partie, tandis que l'extrémité terminale du tube supérieur va se mettre en contact avec la grande courbure des vastes réservoirs supérieurs.

De la partie inférieure du carrefour, part un tube en S, dont l'anse antérieure a sa convexité dirigée à droite, tandis que celle de la seconde, plus courte, est dirigée vers la gauche. Ce tube en S représente le canal déférent commun. Il est en rapport, par sa face supérieure, avec le rectum qui passe au-dessus de lui et ne le recouvre complètement que dans sa partie tout à fait terminale qui seule est rectiligne (Pl. VIII, fig. 1, *s*).

Le canal déférent aboutit à une verge droite sur les côtés de laquelle se trouve une paire de pièces annexes que Léon Dufour a nommée « les forceps » ; ces parties sont recouvertes par le pygidium (Pl. VIII, fig. 1, *py*).

Le pygidium (Pl. VIII, fig. III et IV) est le seul organe extérieur dont la forme soit suffisamment caractéristique pour distinguer le sexe chez le Pyrophore noctiluque. La description du pygidium du mâle sera donnée à propos de celui de la femelle.

*Appareil femelle.* — L'appareil femelle comprend, comme celui de tous les Insectes, des organes ovigères et des organes annexes. Les organes ovigères sont représentés par des gaînes fusiformes, au nombre de quatre de chaque côté. L'aspect général de ces gaînes change selon l'état de développement des œufs. Au moment de la ponte, au lieu de présenter l'aspect moniliforme ordinaire dans toute leur étendue, ces gaînes s'élargissent vers leur partie inférieure dans laquelle, au lieu d'une simple rangée d'œufs, on distingue deux séries parallèles d'œufs accolés par paires (Pl. VIII, fig. II, *go*).

L'extrémité supérieure de ces gaînes, qui est occupée par les chambres ovigères, pénètre en s'effilant dans le thorax pour aller se terminer à la région supérieure du prothorax, où elle va se confondre avec le tissu conjonctif qui rattache le cœur à la paroi dorsale.

Les quatre gaînes se réunissent au niveau du bord antérieur du cinquième anneau pour former de chaque côté le calyce dont la partie inférieure tubuliforme se dirige en se recourbant légèrement vers la région médiane et profonde où il va déboucher à la naissance de l'oviducte (Pl. VIII, fig. II, *o*).

Cet oviducte, renflé en ce point, se dirige directement au-dessous du rectum, vers l'armure génitale.

De chaque côté de la partie renflée de l'oviducte, sont situées deux poches sessiles (Pl. VIII, fig. II, *rs*) qui, dans la figure que donne Léon Dufour de l'appareil génital de l'*Elater* [*Agriostes*] *gilvellus*, sont représentées par deux cœcum en forme de croissant (1). Cet appareil, déjà réduit chez les Pyrophores, n'existerait pas chez l'*Elater* [*Lacon*] *murinus* (2). Léon Dufour le désigne simplement sous le nom de vésicules ou réservoirs particuliers, quand il existe. Dans ces conditions, il ne peut être assimilé qu'à des réservoirs séminaux.

La partie renflée de l'oviducte est surmontée d'un organe ovoïde rattaché au précédent par une partie étranglée (Pl. VIII, fig. II, *pc*). De la partie antérieure et moyenne de cet organe part en dessous

(1) Ann. d. Sc. nat., VI, pl. 17, fig. 10, 1825.
(2) *Loc. cit.*, fig. 8.

un tube contourné d'un diamètre à peu près égal à celui des tubes de Malpighi (Pl. VIII, fig. II, *t*) qui décrit plusieurs circonvolutions appliquées directement sur la face supérieure de l'organe ovoïde.

Au sommet de ce même organe, vient déboucher un canal court en S ramassée, qui reçoit à son extrémité supérieure les conduits d'une glande en grappe, dont les nombreux rameaux se rabattent vers l'extrémité de l'abdomen où ils occupent les régions latérales, jusqu'au dessus des calyces (Pl. VIII, fig. II, *gs*). Ce sont ces glandes que Léon Dufour appelle « glandes sébacées ». Il n'établit pas la nature du tube contourné à circonvolutions, qui, en réalité, est l'homologue d'un tube semblable au cœcum que l'on trouve chez le Dytique, l'Hydrophile, etc., et que cet auteur considère, chez ces insectes, comme une glande sébacée.

Quant au corps ovoïde, dont Léon Dufour n'établit pas non plus les homologies, il doit, en réalité, être considéré comme une poche copulatrice.

*Du pygidium dans les deux sexes.* — Ainsi que nous l'avons dit, le pygidium est le seul organe extérieur qui permette de distinguer les deux sexes; les caractères différentiels tirés de la taille des Insectes, des diamètres des yeux ou de leur saillie plus ou moins prononcée, etc., n'ont aucune valeur, tandis que la forme du pygidium est tout à fait différente d'un sexe à l'autre et absolument caractéristique.

Le *pygidium de la femelle* observé par sa face supérieure rappelle la figure d'une mitre vue de face et dont le sommet serait dirigé en arrière (Pl. VIII, fig. II et IV). Son bord antérieur et supérieur est sinueux. Ses bords latéraux présentent, vers l'union des deux tiers antérieurs avec le tiers postérieur, un petit mamelon blanchâtre dépourvu de poils. Le sommet de la mitre est obtus et bordé d'une bande blanche qui va d'un mamelon à l'autre. La face supérieure, presque plane, d'un brun roussâtre, est couverte de poils longs et fins, de même couleur.

La face inférieure a la forme d'un lozange tronqué à sa partie antérieure. De chaque angle latéral du lozange, part une ligne sinueuse présentant deux petites concavités latérales et une grande courbure à convexité antérieure. Cette ligne limite un espace blanchâtre. Les bords postérieurs seuls sont garnis de poils roussâtres de la même couleur que le reste du pygidium.

Le *pygidium du mâle* présente une forme absolument différente : en dessus, au lieu d'offrir l'aspect d'une mitre vue de face, il

rappelle la figure de cet objet placé de profil (Pl. VIII, fig. I et III). La face supérieure est formée par l'accolement de deux pièces ogivales, un peu irrégulières, réunies sur la ligne médiane par leur bord interne En arrière, la pointe des ogives délimite un espace triangulaire, à sommet arrondi, qui forme une large échancrure à la partie postérieure et médiane du pygidium. Cette échancrure laisse voir la face supérieure des tergites de l'armure génitale. Le bord antérieur du pygidium n'est pas sinueux comme chez la femelle, et présente à ses deux extrémités deux pointes dirigées en avant et en dehors, qui forment les angles antérieurs.

Les bords antérieurs du pygidium, légèrement curvilignes, sont garnis d'une rangée de poils fins. Dans son ensemble, cette face du pygidium du mâle représente donc une surface plane divisée en deux par une soudure médiane bifurquée à sa partie postérieure, où elle dessine un petit triangle isocèle, à base tournée en arrière et précédant immédiatement la grande échancrure.

La face inférieure du pygidium du mâle est représentée par un segment d'ovoïde à pointe postérieure : sa couleur est uniformément roussâtre; elle est dépourvue de poils.

Quant aux *armures génitales*, qui n'ont d'ailleurs, au point de vue qui nous occupe, qu'une importance secondaire, elles sont dans le genre Pyrophore, d'après M. le Professeur de Lacaze-Duthiers, entièrement semblables à celles des Taupins de notre pays et à celles de l'*Agripnus senegalensis* qu'il a particulièrement étudié dans son travail classique sur l'Armure génitale des Insectes.

---

## CHAPITRE IV.

### ANATOMIE ET HISTOLOGIE DES ORGANES LUMINEUX.

#### § 1. — *Historique.*

Les premières notions sur la texture des organes lumineux des Pyrophores sont dues à Macartney (1810), qui a donné une description de ce qu'il a pu distinguer en examinant à la loupe les organes prothoraciques. Son observation est accompagnée de trois figures : les deux premières représentent l'*Elater (Pyro-*

*phorus*) *noctilucus* et l'organe lumineux vu à la loupe, la troisième montre l'*Elater* (*Pyrophorus*) *ignitius*. Il semble ignorer l'existence de la plaque ventrale et ne parle que des organes du corselet. Ceux-ci seraient constitués, d'après cet observateur, par une substance jaune parliculière, placée derrière une partie diaphane du tégument, qui laisse voir, par transparence, la couleur naturelle de cette matière dans le jour et permet le passage des rayons lumineux, quand l'organe est éclairant. « En disséquant » dit Macartney « les organes lumineux de l'*Elater noctilucus*, on les trouve composés d'une délicate substance jaune, de forme ovale, logée dans la concavité des taches jaunes du corselet, qui sont particulièrement minces et transparentes dans cette espèce.

» Cette substance est remarquablement serrée dans sa structure qui, à première vue, apparaît comme une masse inorganisée; mais, avec une loupe, on reconnaît qu'elle est réellement composée d'un grand nombre de très petits lobules étroitement appliqués les uns contre les autres : autour de ces masses, la substance interstitielle du corselet est arrangée d'une manière radiée. »

Macartney indique également qu'un faisceau musculaire du corselet naît de l'intérieur des masses ovales de la substance lumineuse.

Chez l'*Elater* (*Pyrophorus*) *ignitius*, d'après le même auteur, la configuration des masses musculaires est tout à fait irrégulière.

Ces masses sont situées presqu'à la partie postérieure des angles du corselet : elles sont formées d'une matière plus lâche que celle que l'on trouve chez l'*Elater* (*Pyrophorus*) *noctilucus*, ressemblant par sa structure à la substance interstitielle qui entoure les masses de cette dernière espèce. Le tégument du corselet est mince et transparent des deux côtés et principalement sur les bords latéraux; mais, au-dessus des organes lumineux, il n'est ni bombé, ni plus particulièrement mince et clair, ce qui expliquerait le peu d'éclat de la lumière dans cette espèce.

Lacordaire (1830) reconnait que la substance de l'insecte n'est pas lumineuse comme l'ont prétendu Brown et Latreille; mais, qu'elle est localisée dans trois « appareils phosphoriques », dont deux en forme de taches arrondies, près des angles postérieurs du corselet et sans communication l'un avec l'autre. Le troisième serait situé à la partie postérieure du mésothorax, ce qui est, nous le savons, une erreur, dans une cavité triangulaire, aplatie et tapissée d'une membrane extrêmement fine et légèrement cornée à son

ouverture. « On peut » dit Lacordaire « en s'y prenant avec adresse, après avoir passé l'Insecte à l'eau bouillante, détacher cette membrane et alors elle ressemble à une poche contenant la matière phosphorique. »

C'est en 1850, que le premier examen microscopique a été pratiqué, à l'aide des réactifs chimiques, sur la Mouche de Cuba, par le docteur Burnett. Cet examen, fait immédiatement après la mort de l'Insecte, lui a montré que la phosphorescence sortait de globules graisseux traversés par des trachées. Il n'a pas trouvé trace de nerfs et de « vaisseaux »; il ajoute qu'il est difficile de préciser le point où se forme la lumière, celle-ci s'éteignant avec les réactifs.

En examinant la matière particulière dont dépend la luminosité, ou dans laquelle elle se manifeste, Perkins (1867) a trouvé qu'elle est composée, en grande proportion, de graisse dans laquelle existent des trachées et une grande quantité de nerfs : « La matière grasse est comme une craie très blanche et donne l'apparence des globules gras. Si on l'étend sur du papier et si on la chauffe, elle laisse une tache grasse; quand on fait digérer cette masse dans l'éther, la matière grasse se dissout, laissant en grande abondance des nerfs et des trachées. »

Perkins indique l'existence de la fine membrane qui recouvre la plaque abdominale et constate qu'elle ferme complètement l'animal en dessous.

A l'intérieur, la matière lumineuse n'est pas bien limitée, les vaisseaux des autres points du corps étant contigus avec elle, cependant elle est distincte.

Dans le thorax, elle est également distincte et l'auteur indique bien que les deux membranes convexes ovales transparentes, qui sont de nature cornée, sont séparées de l'organe lumineux par une membrane mince et transparente; mais Perkins en fait une enveloppe spéciale, remplie de nerfs, et aussi de trachées auxquelles il fait jouer le principal rôle dans la production de la lumière (V. 2e part., ch. IV, § 6).

On doit à M. Heinemann un travail plus complet que ceux de ses prédécesseurs et qui fut publiée en 1872. Ce savant a étudié l'anatomie et l'histologie des organes lumineux des Pyrophores de la Vera-Cruz sur des individus appartenant à deux espèces, une grande et une petite, mais qu'il n'a pu déterminer. La position des organes lumineux prothoraciques situés « au voisinage des bords externes, près des angles faisant saillie en arrière », nous

fait supposer, d'après le tableau de la distribution géographique des Pyrophores (V. p. 34 et 35), qu'il s'agit d'individus appartenant à la X$^e$ section de M. Candèze.

Cet auteur, le premier, a bien indiqué la position de l'organe ventral.

Dans l'espèce qu'il a observée, il a trouvé des différences entre l'organe lumineux du mâle et celui de la femelle; chez le mâle, il remplit complètement la coupe transversale de l'abdomen, tandis que chez la femelle il est plus petit et a la forme d'une lame triangulaire qui « s'est développée par deux moitiés latérales symétriques, comme le montre un fin sillon longitudinal et de légères incisions en haut et en bas: à angle droit sur le sillon longitudinal s'en montre un horizontal. » Nous verrons qu'il y a lieu de donner à ces sillons une signification toute différente.

M. Heinemann distingue dans l'organe abdominal deux couches qu'il n'a pu séparer que difficilement par la solution de potasse à 35 p. 0/0, ce qui n'est pas surprenant, car la connaissance de la véritable texture de l'organe lumineux, qui lui a échappée, montre qu'il est inutile de tenter cette séparation.

Quoi qu'il en soit, cet observateur admet l'existence de deux couches distinctes : 1° Une couche externe épaisse, éclairante, colorée par un pigment jaunâtre clair, qui, pendant l'éclairage devient transparente; 2° une couche postérieure, plus mince complètement blanche, comme calcaire, non éclairante.

D'après M. Heinemann, les cellules éclairantes de la couche superficielle apparaissent comme des amas arrondis; le champ du microscope est alors rempli de granulations à contours nets et à mouvements moléculaires rapides, ainsi que de grosses gouttes à forte réfringence. Il a trouvé également, en se servant de sérum artificiel ou de « sang de Coléoptères », des cellules arrondies ou allongées dont le diamètre oscille entre 25 $\mu$ et 42 $\mu$, consistant en une substance finement granuleuse, avec un noyau arrondi, renfermant un nucléole ou encore une masse finement granuleuse.

Ces cellules n'ont pas de membrane : elles sont rarement polyédriques, le plus souvent en parallélogrammes, à angles arrondis, il y a des déviations en rond, en ellipse, en forme de feuille, etc.

Le sang des Coléoptères nous paraît un véhicule mal choisi pour étudier les éléments anatomiques de ces organes délicats en raison des globules amœboïdes granuleux qu'il contient.

Il est bien évident que la texture du tissu des organes lumineux du Pyrophore n'a pas été comprise par M. Heinemann qui a trouvé les cellules lumineuses très adhérentes aux trachées dont on ne pouvait les séparer par la potasse à 35 p. 0/0 sans entraîner des fragments des branches trachéennes : « elles sont » dit-il « disposées sur les trachées comme des perles dans un collier ». Les cellules lumineuses seraient donc traversées par les trachées, opinion émise par Schultze autrefois au sujet des organes lumineux des Lampyres, mais complètement abandonnée aujourd'hui. La couche non lumineuse serait formée de trachées, de conglomérats, de petits granules à contours nets, mais ne contiendrait pas de cellules.

Ajoutons que, selon M. Heinemann, le liquide qui baigne les organes lumineux n'est pas identique au sang pris dans le vaisseau dorsal, par exemple : il y a trouvé cependant, à l'état frais, une grande quantité de globules du sang incolores.

L'auteur de ces recherches indique en outre l'action d'un certain nombre de réactifs sur les cellules lumineuses ; nous aurons l'occasion de revenir sur cette partie du travail du savant allemand à propos de l'examen histochimique des organes lumineux (V. 2e part., chap. V).

MM. Robin et Laboulbène ont publié un an plus tard, en 1873, une étude histologique des organes lumineux du Cucujo de Cuba.

M. Heinemann a reproché à ces auteurs de n'avoir pas fait mention de ses recherches ; il est vrai de dire que lui-même ne parle pas de ceux qui l'ont précédé dans cette voie et dont nous avons cru devoir analyser les travaux au commencement de ce chapitre. MM. Robin et Laboulbène décrivent également deux couches: l'une est profonde et entièrement formée de cellules à parois hyalines, à contenu formé de gouttelettes graisseuses, comme dans le tissu adipeux des Insectes : l'autre couche est formée de cellules irrégulièrement polyédriques qui ne diffèrent pas sensiblement de celles des organes lumineux des Lampyres, à angles arrondis, assez molles, friables, difficiles à séparer les unes des autres, épaisses de 4 $\mu$ à 6$\mu$, sans paroi propre, avec un noyau relativement petit de 7$\mu$, un peu grenu, sans nucléole. Elles contiennent des granulations « d'urate d'ammoniaque ou de soude en grande abondance. » Cependant, il est dit, dans cette note, qu'aucun d'eux ne peut être reconnu comme salin (V. 2e part., chap. V).

Quant à la structure, MM. Robin et Laboulbène indiquent seulement que les cellules sont immédiatement contiguës les unes aux

autres et qu'entre leurs faces adjacentes on ne trouve que des nerfs et des trachées sans que la masse ainsi constituée soit distribuée en lobes ou lobules.

Il est difficile, d'après ces données, de se faire une idée exacte de la texture de l'appareil, ce qui tient sans doute à ce que les savants, dont nous venons de parler, ont recherché l'explication du phénomène lumineux en s'appuyant surtout sur la structure et l'histochimie des éléments histologiques considérés isolément, bien plutôt que sur l'anatomie de l'organe et la texture des tissus qui entrent dans sa composition.

Dans l'étude qui fait l'objet de ce chapitre nous n'avons cherché à pénétrer la texture et la structure intime de l'organe qu'après avoir examiné avec attention toutes les particularités anatomiques qu'il pouvait présenter (1.)

### § 2. — *De l'organe lumineux de la larve du Pyrophore.*

Chez la larve du premier âge, il n'existe qu'un foyer lumineux situé, ainsi que nous l'avons dit (chap. II, § 6), dans l'espace occupant la partie postérieure du premier anneau (segment céphalique) et la partie antérieure du second (segment prothoracique) ainsi que l'espace interannulaire compris entre les deux. Cet organe médian est, en réalité, composé de deux moitiés symétriques qui, par leur forme et leur disposition, rappellent la figure de section horizontale et médiane de l'encéphale de l'homme. Vues par transparence, elles présentent l'aspect de deux masses protoplasmiques hyalines remplies des granulations particulières que l'on retrouve dans les organes de l'insecte lumineux parfait. Ces masses paraissent entourées d'une très fine membrane translucide : elles se rapprochent beaucoup par leur constitution des organes lumineux de la larve des Lampyrides si bien décrits et figurés par Targioni Tozzetti (2) ; mais, elles s'en éloignent considérablement par leur situation anatomique et les rapports qu'elles contractent avec les autres organes. On se rendra facilement compte de leur situation et de leur configuration en se reportant au dessin qui en a été donné (Pl. II, *ap-l*).

(1) Les recherches relatives à la texture et à la structure de l'organe ont été faites en grande partie dans le laboratoire d'Anatomie pathologique de l'Hôpital des Quinze-vingt, placé sous la savante direction de notre excellent ami, M. le Docteur Henzel.

(2) Targioni Tozzetti Bull. della Soc. entom. Ital., III, p. 386 et suiv.



Ainsi que nous l'avons déjà mentionné, la larve du second âge diffère de celle du premier âge en ce qu'elle porte des points lumineux sur tous les anneaux. Le foyer médian céphalo-prothoracique persiste : puis, sur les huit premiers anneaux abdominaux, se développent, de la tête à l'extrémité, trois points brillants pour chaque anneau : leur groupement en séries linéaires forme trois cordons d'illuminations parallèles, quand le phénomène a acquis son complet développement. De plus, le dernier anneau porte un foyer unique.

Sur les coupes transversales faites sur des larves du premier et du second âge, au niveau de l'appareil médian antérieur, on distingue seulement la présence d'une substance possédant des propriétés optiques particulières sur lesquelles nous aurons à revenir et formant une masse elliptique située au-dessous de l'intestin ; cette substance contient une grande quantité de granulations biréfringentes.

Au niveau des points brillants latéraux, dans les anneaux suivants, la cuticule forme des renflements situés un peu au-dessous du stigmate.

De ce stigmate, partent deux troncs trachéens qui embrassent la base du renflement, sans pénétrer dans sa profondeur (1).

Sur une coupe transversale menée perpendiculairement à l'axe du corps de l'animal (Pl. IX, fig. 1, *ap.l*), on voit nettement que la substance lumineuse est enfermée dans une saillie de la cuticule étranglée à sa base. L'intérieur de cette sorte de poche reste en communication avec la cavité générale.

Cet organe larvaire offre une grande analogie, dans ses traits généraux, avec l'organe ventral que nous allons étudier et qui ressemble, comme le disait Lacordaire, à « une poche contenant la matière phosphorique. »

### § 3. — *Situation, rapports, anatomie, texture et structure des organes lumineux chez l'Insecte parfait.*

A. *Appareil ventral ou abdominal.*— Ainsi que nous l'avons déjà dit, l'appareil lumineux ventral n'a aucun rapport avec le thorax, il est une dépendance absolue du premier anneau abdominal : il occupe la région médiane du sternite du premier zonite de l'abdomen.

(1) On ne peut se rendre compte de la disposition de ces rameaux trachéens qu'après avoir fait pénétrer dans leur cavité un liquide coloré.



La forme extérieure de l'organe varie beaucoup suivant que l'Insecte ouvre ou ferme l'espace compris entre la partie libre de la face antérieure du premier zonite abdominal et celle de la face postérieure du métathorax.

Dans l'attitude du repos, c'est-à-dire quand les ailes sont fermées, si l'on pratique une coupe antéro-postérieure médiane divisant l'animal en deux parties égales symétriques, on voit (fig. XVI) que l'appareil lumineux, quand il n'est pas en activité, a la forme d'un bissac dont l'ouverture serait tournée du côté de la cavité abdominale. Les deux saccoches de ce bissac, plus développées dans le sens transversal, occupent une partie de l'espace laissé libre entre l'abdomen et le thorax. Sur la coupe (fig. XVI), on voit que leur section moyenne est comprise dans un espace triangulaire à sommet dirigé en bas et dont la base est occupée par une membrane très mince, tandis que le côté antérieur et une partie du côté postérieur représentent une section pratiquée dans une portion chitineuse épaisse du tégument des deux anneaux contigus.

Si, au contraire, on examine la plaque ventrale quand l'Insecte est dans l'attitude du vol, c'est-à-dire quand les ailes et les élytres étant écartées, la pointe de l'abdomen est relevée en haut, on constate que l'appareil lumineux ventral a pris l'aspect, vu de face, d'une plaque médiane en forme d'écusson (Pl. III, *pv*), accolée à la partie antérieure et inférieure du premier zonite abdominal, dont elle occupe presque toute la région moyenne et inférieure. Elle a sa plus grande largeur suivant une ligne transversale marquée par un sillon qui divise la plaque en deux parties inégales. Cette largeur est en moyenne de quatre à cinq millimètres, tandis que, sur la ligne médiane, l'organe est moins long que large (Pl. III, *pv*). C'est vers l'union du premier tiers antérieur avec les deux tiers postérieurs de la ligne médiane de l'organe que se trouve situé le sillon transversal. Dans celui-ci s'ouvre à angle droit un second sillon plus court antéro-postérieur occupant seulement le tiers antérieur de la ligne médiane, puisqu'il se jette perpendiculairement dans le sillon transversal où il se termine.

Dans l'espèce que nous avons étudiée, la forme et les dimensions sont à très peu de choses près les mêmes chez les mâles et chez les femelles.

Le bord antérieur sinueux présente à sa partie moyenne une échancrure indiquant l'origine du sillon antéro-postérieur. Bien

que ce sillon se termine en réalité au milieu du sillon transversal, on pourrait croire qu'il se rend jusqu'au bord postérieur, en raison de l'existence d'un repli cutané qui le continue jusqu'à la pointe chitineuse, laquelle limite en bas la partie médiane du bord antérieur du premier anneau abdominal.

Le bord postérieur de la plaque se moule sur les contours de ce bord antérieur du sternite du premier zonite abdominal; mais, il ne s'y insère pas. On peut, en effet, en promenant entre ce bord libre et le bord sternal de la plaque la pointe mousse d'un crayon, par exemple, s'assurer qu'il existe là un sillon profond indiquant que l'appareil ventral a gardé sa forme pédonculée et qu'il est bien constitué encore par un sac, mais ce n'est plus un bissac; celui-ci, s'étant déployé par un mécanisme que nous expliquerons ultérieurement (2[e] part., ch. IV, § 4), forme maintenant une poche unique. Le bord antérieur, au contraire, se continue directement avec la membrane interannulaire, mince et transparente, qui réunit l'appareil ventral au métathorax.

Cette membrane, qui se trouve tendue par le relèvement de l'abdomen, présente un sillon en relief qui part de la partie moyenne de la face postérieure du métathorax pour aboutir à l'échancrure du bord antérieur de l'appareil lumineux. Le sillon en relief indique la présence d'une gouttière qui met en communication l'appareil lumineux avec la cavité du métathorax, quand l'abdomen est dans l'extension. Vers le tiers antérieur de ce sillon on observe un petit hiatus qui pourrait faire croire à l'existence d'un canal s'ouvrant à l'extérieur, mais on peut s'assurer facilement qu'il ne s'agit que d'un petit cul-de-sac fermé, produit par la rétraction de la membrane interannulaire.

Lorsque la plaque ventrale n'est pas éclairante, elle présente une couleur blanc-jaunâtre dans toute sa surface, qui est seulement encadrée d'une bordure de substance plus blanche, comme crayeuse.

Il est possible, l'Insecte étant dans l'attitude du repos, de forcer le bissac à se déployer sans faire intervenir le mouvement d'extension ; il suffit pour cela de pousser, avec une certaine force, une injection dans la cavité générale (1). Sa section médiane prend

(1) Je me suis servi avec avantage, pour la préparation des Insectes destinés à fournir des coupes d'ensemble, d'injections d'une solution épaisse de gomme ou de gélatine colorée soit avec le carmin, soit avec le bleu de Prusse dans la cavité générale : les Insectes ainsi injectés sont immergés ensuite dans l'alcool absolu.



alors la forme d'un épais croissant à convexité postérieure moulée sur celle de l'anneau abdominal sur lequel elle s'implante par un pédicule court et épais.

Examinée à la loupe, cette coupe montre deux zones d'un aspect absolument différent, qui ont pu faire croire, aux observateurs qui nous ont précédé, qu'il s'agissait de deux couches parfaitement distinctes.

La zone externe occupe la partie concave du croissant tournée en bas et en avant. Cette zone se colore facilement par les réactifs ; mais, sur les insectes injectés simplement à l'alcool absolu, elle a une couleur jaune-grisâtre et présente une transparence particulière qui la différencie nettement de la couche profonde.

Celle-ci occupe la partie convexe du croissant, qui porte le pédicule et s'étend jusqu'aux angles antérieurs. Elle embrasse complètement la zone antérieure dont le bord libre se confond avec la ligne concave du croissant. Son aspect est souvent celui d'une substance crayeuse, opaque : elle ne se colore pas par les réactifs.

En arrière de cette couche crayeuse commence le pédicule qui, par son aspect, se rapproche de la zone externe. Sur la section médiane antéro-postérieure, on voit que ce pédicule se divise, aussitôt après avoir pénétré dans la cavité générale, en deux lames ; l'une antérieure, l'autre postérieure. La lame postérieure renversée en arrière et en bas, contourne le bord chitineux où s'insère la membrane de la poche, sur l'anneau abdominal, et va se confondre avec un amas de substance ayant la réfringence du tissu adipeux logé dans l'angle limité par la face antérieure du premier anneau abdominal et par sa face sternale, en avant et en bas. Cet amas de substance va en s'amincissant de plus en plus pour former une couche mince, distincte, tapissant toute la paroi ventrale de l'abdomen et sur laquelle repose la chaîne ganglionnaire.

La lame antérieure et supérieure se réfléchit en avant, pénètre dans le métathorax pour aller se confondre avec une masse, de même nature que celle que nous venons de décrire, située en arrière de l'entothorax.

Par sa face inférieure, cette lame forme la paroi supérieure et limite les côtés de la gouttière formée, dans l'extension, par la partie médiane de la membrane interannulaire qui se trouve ainsi transformée en un canal mettant en communication le sinus inférieur du thorax et celui de l'abdomen. Du côté de l'abdomen,

cette communication se fait au point de divergence des deux lames que nous venons de décrire et qui délimitent en s'écartant une sorte d'infundibulum triangulaire qui n'est indiqué que par l'accolement des lames au niveau de leur jonction, quand on n'exerce pas de traction susceptible de les écarter l'une de l'autre (V. fig. XVI).

De nombreux troncs trachéens dont nous avons indiqué l'origine (chap. III, § 4), pénètrent latéralement dans le pédicule de l'organe, de chaque côté, immédiatement au-dessous de la partie moyenne de la couche crayeuse; ils suivent une direction transversale, formant par leur inextricable enchevêtrement un plan de soutènement à la face postérieure de l'organe, dans l'épaisseur même du pédicule.

Sur la face supérieure des deux lames s'appliquent de minces couches musculaires dont les fibres sont dirigées dans le sens antéro-postérieur et qui vont du thorax à l'abdomen (V. fig. XVI, $m^3$).

Sur la partie médiane de ce plan musculaire passe la chaîne ganglionnaire et au-dessus de celle-ci le tube digestif sur la surface duquel on voit ramper les canaux de Malpighi; enfin, de part et d'autre de celui-ci, sont situés les tubes ovigères qui pénètrent dans le thorax.

Une fois ces notions anatomiques acquises, on peut facilement se rendre compte de la structure et de la texture des organes lumineux.

Si l'on arrache au moyen d'une pince un lambeau du tissu de la zone externe et si, après l'avoir plongé dans la solution de carmin lithiné, on le dissocie dans un peu d'eau acidulée par l'acide acétique, on aperçoit alors dans la préparation, au milieu de granulations nombreuses et de gouttelettes d'apparence graisseuse, des tubes ou plutôt des cylindres plus ou moins ondulés, flexueux, plus gros que les fibrilles musculaires, dont ils se distinguent facilement par l'absence de stries : ils ne peuvent être confondus avec les trachées et les nerfs qui peuvent se trouver entraînés. Ces cylindres sont parfois ramifiés; on les retrouve dans le pédicule où ils traversent le lacis de trachées dont nous avons parlé et ils se continuent jusque dans le corps adipeux qui constitue ces lames convergeant vers le pédicule et formant des amas importants dans l'abdomen et dans le métathorax, aux points que nous avons indiqués antérieurement (fig. XVI, *a*).

Ils sont plus développés dans ces masses adipeuses, leur diamétre

est plus grand, ils forment là des sinuosités nombreuses et des anses en forme de boucles. Les réactifs colorants leur donnent le même aspect que les tubes de l'appareil lumineux. Il n'est pas douteux que ces cylindres appartiennent à la variété de tissu adipeux découverte et décrite par Leydig (1) chez le Sphinx convolvuli et chez d'autres Papillons de nuit, qui pourrait être confondue, à première vue, dit cet auteur, avec des amas de tubes de Malpighi, si les cylindres n'étaient pas ramifiés. En pénétrant dans le pédicule, ces cylindres diminuent d'épaisseur pour traverser le lacis des trachées au travers duquel on les voit se glisser dans l'appareil lumineux. Ils pénètrent dans l'organe éclairant par le hile, en formant les parois de l'infundibulum.

Si l'on pratique des coupes dans l'organe lumineux parallèlement au plan médian du corps de l'insecte, de façon à ce qu'elles tombent d'un côté ou de l'autre de l'infundibulum (Pl. IX, fig. 4), on retrouve les deux couches dont il a été parlé antérieurement : l'interne ou postérieure (Pl. IX, fig. 4, *ci*) en forme de croissant, embrassant complètement la couche externe ou antérieure. La même disposition se retrouve dans les coupes faites suivant un plan perpendiculaire au premier, au-dessous du sillon transversal qui se voit à la face antérieure de l'organe (Pl. IX, fig. 3, *ci*).

Sur les coupes parallèles à la face antérieure de l'organe, on constate, au contraire, que la zone crayeuse forme un encadrement à la substance qui, sur une même coupe verticale, occupe la concavité du croissant (2).

En sorte que l'on peut, à l'aide des coupes, établir facilement que la zone crayeuse a la forme d'une coupole embrassant presque complètement la seconde zone et échancrée seulement au niveau de l'infundibulum, en haut et en arrière.

Ces deux zones ne diffèrent que par l'état dans lequel se trouvent les éléments qui les composent, car leur texture est la même.

Les cylindres, dont nous avons signalé la présence dans le pédicule, pénètrent au travers du lacis des trachées, et viennent s'épanouir en divergeant, comme les pédoncules floraux d'une inflorescence d'ombellifères. Les cylindres les plus extérieurs constituent la zone postérieure ou crayeuse qui embrasse la zone externe ou

(1) Fr. Leydig, *Einiges über den Fettkörper der Arthropoden*. Tübingen, 1863.

(2) Dans la coupe représentée (Pl. IX, fig. 2), on ne peut voir cette zone crayeuse située plus profondément, cette coupe étant superficielle.

antérieure. Les cylindres les plus excentriques sont nécessairement plus incurvés que les autres ; mais, tous se dirigent, à leur extrémité terminale, directement vers la face profonde du sac dont le fond aplati forme précisément la face antérieure de l'organe lumineux, quand l'abdomen de l'insecte s'écarte du thorax par en bas.

La comparaison de cette disposition avec l'ombelle est d'autant plus exacte que tous ces tubes se terminent sur un même plan qui est limité par la face antérieure de la plaque abdominale dans l'extension.

Leur terminaison est en contact avec la face profonde du tégument aminci et transparent qui forme l'enveloppe de l'appareil lumineux : là, ils affectent le plus ordinairement la forme arrondie d'un cul-de-sac d'acini (Pl. IX, fig. 5, *ce*). Parfois, par le tassement des éléments qui les composent, ils constituent des amas mûriformes qui pourraient faire croire qu'il se passe à ce niveau un phénomène de prolifération cellulaire (Pl. IX, fig. 2 et 6, *am*) ; mais, il n'en est rien, car on n'y constate aucune trace de segmentation ou de division cellulaire ou nucléaire.

Par leur extrémité terminale, ces cylindres sont en contact avec une couche de cellules dont le plan est perpendiculaire à l'axe de ces cylindres (Pl. IX, fig. 2, 3, 4, 5 et 6, *ch*), c'est la couche hypodermique ou chitinogène, chargée de sécréter la cuticule. Cette couche n'a pas été signalée par les observateurs qui nous ont précédé et qui décrivent l'enveloppe ou sac de l'appareil lumineux ventral comme formé d'une membrane anhiste, alors qu'en réalité elle est constituée de même que dans les autres parties du tégument, par une couche de cellules très caractéristiques chargée de sécréter la mince pellicule chitineuse (*c*) transparente et souple qui protège l'organe ventral. Cette cuticule est anhiste, et sur les coupes perpendiculaires à sa surface, on ne remarque que des stries qui indiquent les limites des couches sécrétées successivement.

De place en place, on distingue sur les coupes (Pl. IX, fig. 5 et 6, *cp*), au milieu des cellules de l'hypoderme, des groupes d'éléments anatomiques composés de deux petits corpuscules placés de part et d'autre d'une cellule plus volumineuse. Ces éléments se distinguent des cellules chitinogènes et par leur forme et surtout par la manière différente dont ils se comportent en présence des réactifs colorants. Il est probable que ces petits organes représentent des poils non développés. La

surface externe de la cuticule est en effet absolument lisse, nue, et seulement marquée de lignes qui ne sont que les vestiges des plissements que subit l'organe, quand il est replié sur lui-même.

Revenons maintenant à la constitution des cylindres dont nous avons tenu à montrer d'abord la disposition et l'origine, non seulement parce qu'elles établissent l'identité de la substance qui remplit la poche lumineuse avec les réserves de tissu adipeux dont nous avons déterminé l'emplacement, mais encore parce qu'elles nous permettront de nous rendre facilement compte des différences morphologiques qui s'établissent entre les deux zones, par suite du fonctionnement de l'organe.

Si l'on considère les cylindres occupant la partie centrale, sur une coupe verticale ou horizontale de l'organe (Pl. IX, fig. 3 et 4), on reconnaît qu'ils forment comme les piliers d'une voûte dont la surface interne serait la face profonde de la couche hypodermique; l'extrémité arrondie des piliers pénètre dans l'épaisseur de la voûte comme le bout du doigt pressant à la surface d'une couche d'argile; à leur partie inférieure, ils vont, comme nous l'avons dit, se confondre dans le pédicule avec le tissu adipeux cylindrique.

Ces tubes, ou plutôt ces cylindres, parfois ramifiés, sont constitués, dans cette partie moyenne, par des cellules placées à la suite les unes des autres et dont le pôle antérieur et le pôle postérieur se trouvent aplatis par la poussée des éléments qui précèdent ou suivent celui que l'on considère.

Dans chaque cellule, se trouve un gros noyau arrondi qui se colore fortement par l'hématoxyline en particulier. Ce réactif colorant permet de voir nettement, avec un objectif à immersion de Zeiss (1/15), le réseau chromogène de ce noyau, qui ne présente d'ailleurs rien de particulier. Le protoplasma, plus dense à la partie externe, plus clair autour du noyau, contient principalement, dans la moitié périphérique, une grande quantité de très fines granulations. Les cellules sont reliées entre elles par une membrane très fine, transparente, difficile à colorer, qui semble de nature conjonctive et forme la paroi des cylindres.

A leur surface, on voit par places, sur les mêmes coupes, des cellules ovoides, allongées dans le sens de l'axe du cylindre et qui, par leur forme et leur situation, rappellent les noyaux du sarcolemme des muscles des Vertébrés.

Les cylindres les plus voisins de l'axe sont droits, les plus excentriques sont incurvés pour former l'ombelle.

Dans les nombreuses coupes que nous avons faites dans l'organe lumineux abdominal, après coloration, il ne nous a pas été possible de retrouver les cellules à parois hyalines, à contenu formé de gouttelettes graisseuses qui composeraient, selon MM. Robin et Laboulbène, la couche profonde des organes lumineux.

On ne rencontre des cellules de cette nature qu'en dehors de l'organe lumineux, en arrière de son pédicule et au-dessus de l'amas de tissu adipeux où il prend naissance par sa lame postérieure, mais non dans ces parties qui sont formées de tissu adipeux cylindrique. Ces cellules appartiennent au corps adipeux qui enveloppe les organes génitaux et entoure l'intestin, dans les parties contiguës aux organes lumineux (fig. XVI).

Pour M. Heinemann, la couche profonde, qu'il désigne avec raison comme « couche non éclairante », serait constituée par des trachées et des conglomérats de petits granules à contours nets.

En réalité, la zone profonde non éclairante, dont la section paraît comme crétacée, dans certains cas, et qui forme une calotte à la partie postérieure de l'organe n'affecte pas, dans tous les cas, la même apparence et d'une manière absolue la même constitution.

Sur certaines coupes, on constate la présence de fragments irréguliers, comme cristallins, qui donnent à cette zone l'apparence crayeuse dont il a déjà été question. Ces fragments peuvent être mêlés à des granulations à contours nets, qui prennent des mouvements moléculaires rapides, quand on ajoute un peu d'eau à un lambeau dissocié de cette zone. Ces granulations, beaucoup plus grosses que celles que nous avons signalées dans les cellules des cylindres centraux, sont entièrement semblables à celles qui ont été trouvées dans les organes de la larve du Lampyre et figurées par Targioni-Tozzetti (1).

Dans les sections pratiquées sur d'autres insectes, c'est en vain que l'on cherche cette zone crayeuse si remarquable, si nette dans certains cas. Il y a bien encore deux zones, mais la plus profonde ne se distingue plus de l'autre que par son aspect, tout à fait caractéristique, à la lumière réfléchie ; elle apparaît avec l'éclat des substances fluorescentes, ce qui pourrait faire croire, à première vue, qu'elle est lumineuse par elle-même, quand on a tourné le miroir du microscope de façon à supprimer la lumière transmise. Examinée à l'aide du polarisateur, une semblable coupe ne laisse

(1) *Loc. cit.*

voir, quand les nicols sont croisés, que la section de cette zone profonde qui est éclairée alors d'une lueur tout à fait particulière.

A la lumière transmise, elle paraît formée de particules opaques, agglomérées, si la coupe est épaisse.

Sur une coupe très mince et avec un grossissement suffisant on peut s'assurer que la couche profonde est formée, en réalité, de cellules dont les contours ont perdu leur netteté et leur régularité et dont le protoplasma est rempli des granulations à contours nets décrits par divers auteurs dans les organes lumineux des Lampyrides et qui ont été également signalés par M. Heinemann et par MM. Robin et Laboulbène dans l'organe lumineux des Pyrophores (Pl. IX, fig. VII et VIII, *gr*).

Souvent on voit que ces cellules, en voie de désagrégation granuleuse, ont conservé la même disposition, en séries linéaires, que celles qui sont plus centrales et dont elles ne sont bien certainement que des représentants d'un âge plus avancé.

Tandis que les cellules des cylindres centraux se colorent fortement par l'hématoxyline, le picro-carminate d'ammoniaque, etc., celles-ci restent réfractaires à l'action de ces réactifs.

On ne doit voir dans cet état qu'un passage à la destruction cellulaire plus avancée, qui se rencontre dans les cas où la zône profonde a un aspect crayeux. L'apparence particulière qu'elle prend à la lumière polarisée est due à ce que les granulations à contours nets que Kölliker a décrites, à tort, dans les organes lumineux du Lampyre, comme formées d'urate d'ammoniaque amorphe (1), sont en réalité composées de très petits groupes de cristaux radiés, qui n'appartiennent pas au premier système, car, ils sont nettement biréfringents (pl. IX, fig. VII, *gr*).

Nous étudierons plus loin la nature de la substance que l'on a confondue avec l'urate d'ammoniaque (V. histochimie, 2e part, ch. V).

M. Heinemann s'est demandé si la substance de la couche profonde n'était pas formée peu à peu aux dépens de la couche lumineuse, comme produit de l'activité lumineuse ; mais, ce qui a empêché ce savant de conclure dans ce sens, c'est qu'il n'a constaté aucune différence dans l'épaisseur relative des deux couches, au commencement et à la fin de ses observations; il pense que la zone crayeuse fonctionne comme un réflecteur destiné à

(1) Kölliker, *Ueber die Leuchtorgane der Lampyriden*. Monatsbericht der Akademie d. Wissensch. zu Berlin, 1857.

rehausser l'éclat de l'appareil lumineux, ce qui donnerait à la lumière des Pyrophores des propriétés physiques particulières dont nous avons en vain cherché à constater l'existence (V. *Recherche de la lumière polarisée*, 2e part., ch. I, § 5).

Pour nous, les différences trouvées chez les divers Insectes tiennent au mécanisme particulier par lequel la mort de l'animal a été produite ; c'est ainsi que chez des Pyrophores que nous avions tués lentement par asphyxie, en les immergeant dans l'huile, la couche crayeuse se trouvait être beaucoup plus développée que chez d'autres individus tués brusquement par une injection toxique.

L'idée d'un dépôt lent, progressif, de substance excrémentitielle, dans un organe à l'état normal, nous paraît peu physiologique, et il n'est pas surprenant que M. Heinemann n'ait rien constaté de semblable. Cette observation très importante, à notre avis, n'est pas en opposition avec l'interprétation que nous proposons, ainsi que nous le verrons à propos de l'action de la respiration sur la fonction photogénique.

De l'examen comparatif d'un grand nombre de coupes, il résulte que l'on doit considérer les cellules granuleuses de la couche profonde comme des éléments histologiques de même nature que les éléments actifs de l'organe lumineux, mais plus âgés. Ces éléments ont marché par suite de leur activité, de l'état colloïdal vers l'état cristalloïdal, et ont été rejetés vers la périphérie par la pénétration incessante, qui se fait par le hile de l'organe, des cylindres jeunes au sein desquels s'effectuera le phénomène lumineux.

Cette désagrégation, cette fonte cellulaire, permet d'assimiler l'organe lumineux à une glande de sécrétion. Cependant, comme il n'y a pas de canal excréteur et que d'ailleurs les modifications se passent au sein du tissu adipeux modifié, il est vrai, en vue de la fonction photogénique, mais conservant néanmoins ses caractères généraux, il convient plutôt de l'attribuer à l'évolution particulière qui a été désignée sous le nom d' « *histolyse* » par Weismann (1). Ce processus, en raison du développement incessant des organes génitaux chez l'Insecte parfait, persiste dans le tissu adipeux qui joue alors le rôle d'un véritable « *vitellus pos-*

(1) Weismann, *Die Nachembryonale Entwickelung der Musciden*. Zeistchr. f. wiss. Zool. XIV, 1864.

*tembryonnaire* », selon l'heureuse expression de M. Künckel d'Herculais (1).

Mais, il ne faut pas perdre de vue que la texture de cet organe, en cylindres disposés en ombelle, est spéciale à l'insecte parfait : dans l'œuf, dans la larve, la fonction photogénique existe également là où il n'y a pas de cylindres.

Nous avons dit que chez la larve du premier âge, l'appareil lumineux du Pyrophore ne différait pas sensiblement, si ce n'est par sa situation, de celui de la larve du Lampyre. Or chez celle-ci, l'appareil lumineux est constitué uniquement par deux points jaunes placés symétriquement à la partie terminale du corps de l'Insecte. Quand on examine attentivement ces petits organes, on les trouve composés d'une poche ovoïde formée par une membrane translucide extrêmement mince qui ne se colore pas par les réactifs, de nature conjonctive sans doute, peut-être même un peu chitinisée et absolument anhiste; cette petite poche, chez la larve du Lampyre, est reliée à la paroi par un très fin pédicule : à sa surface rampent de fines ramifications trachéennes. On est frappé de la grande ressemblance qui existe entre la forme de ce petit organe et les grains ovoïdes de tissu adipeux environnant qui ont une forme en ampoule et sont aussi munis d'un fin prolongement conjonctif. Il n'y a de différence entre ces grains adipeux de grosseur variable, suivant leur développement, et la petite poche lumineuse que le volume plus grand et la nature du protoplasma qui, dans l'organe lumineux seulement, contient les granulations à contours nets que Kölliker a pris pour de l'urate d'ammoniaque. Le contenu d'une cellule adipeuse semble avoir perdu son état compact par suite de la pénétration osmotique d'un liquide dans son intérieur, liquide qui a distendu sa membrane conjonctive en hydratant la substance protoplasmique devenue, par cela même, plus molle, plus fluide et plus volumineuse (2).

(2) J. Künckel d'Herculais, *Recherches sur l'organisation et le développement des Volucelles*. Partie I, p. 199, 1875.

(2) L'idée que l'on se fait souvent que la substance du corps adipeux des Insectes est formée de matières grasses n'est pas exacte et d'ailleurs, alors même qu'elle aurait la même composition que le tissu adipeux des Vertébrés, le phénomène de l'hydratation ne serait pas impossible, ainsi qu'il résulte d'une intéressante observation de M. le professeur Ranvier. Ce savant a fait la remarque que certains éléments graisseux très développés perdaient beaucoup de leur volume primitif quand on les plongeait dans une solution de bichromate de potasse incapable de dissoudre la matière grasse. Ils ne pouvaient perdre que de l'eau qu'ils avaient dû fixer préalablement.

Cette assimilation nous permet de comprendre déjà pourquoi, au moment des métamorphoses, chez la larve du Pyrophore et dans la nymphe du Lampyre, c'est-à-dire au moment ou l'histolyse est beaucoup plus active, l'embrasement du corps de l'insecte se généralise.

Ajoutons que dans les points lumineux de la larve du second âge le tissu adipeux lumineux affectait sur nos coupes la structure aréolaire (Pl. IX, fig. I, *ap.l*).

Trachées.—Les trachées forment comme nous l'avons dit un lacis épais dans le pédicule même de l'organe. On les voit sur les coupes (Pl. IX, fig. 3, 4 et 5, *tr*) former un plan parallèle à la face profonde de l'organe lumineux, dans sa partie moyenne seulement. Les troncs trachéens, venus de part et d'autre, et qui se dirigent vers l'organe lumineux, marchent directement les uns vers les autres, s'entrecroisent dans le pédicule même et contractent de nombreuses anastomoses. Toute la périphérie de la coupole formée par la zone postérieure est éloignée du plan des trachées comme le serait la paroi convexe d'une capsule du plan d'une table sur laquelle elle serait posée. Il m'a été impossible de constater la présence de la moindre trachée dans le parenchyme même de l'organe lumineux proprement dit, soit en pratiquant des coupes sur des organes d'Insectes qui avaient été tués par les vapeurs d'acide osmique, soit par les procédés d'injection que nous avons décrits (p. 63) à propos des trachées de l'appareil lumineux larvaire.

Muscles. — Les muscles qui concourent au fonctionnement de l'organe sont de deux ordres : les muscles extrinsèques et les muscles intrinsèques. Nous ne nous occuperons pas ici des muscles extrinsèques dont il sera question à propos du rôle des muscles dans la fonction photogénique (2e part., ch. IV, § 4).

Les muscles intrinsèques sont au nombre de quatre : deux antérieurs et deux latéraux.

Les muscles antérieurs (fig. XVI, *m*) sont constitués par deux minces bandelettes horizontales situées de part et d'autre de la ligne médiane. Leurs fibres sont dirigées d'arrière en avant et un peu de dedans en dehors. Elles s'insèrent, à leur extrémité antérieure, sur le bord postérieur de l'entothorax et, en avant, à la face profonde de la membrane hypodermique, à l'endroit où elle se recourbe pour former le rebord antérieur du sac de l'organe lumineux.

Les muscles latéraux s'insèrent, d'une part, sur ce même rebord

vers les extrémités latérales (Pl. IX, fig. II, *m*) et, de l'autre, aux angles externes et antérieurs du premier anneau abdominal.

Sur les coupes (pl. IX, fig. III, *m*), on distingue la section d'un plan musculaire dont les fibres dirigées d'avant en arrière croisent perpendiculairement à leur direction les troncs trachéens. Ces fibres appartiennent aux muscles extrinsèques.

Nerfs. — Les nerfs qui partent du ganglion (pl. VI, fig. 5) pour se diriger vers les organes lumineux peuvent être suivis jusqu'aux muscles où ils se terminent à la manière ordinaire, et jusque sur la paroi des trachées où ils se perdent en filaments extrêmement déliés et flexueux.

Nous n'avons pu, par les procédés usités pour la recherche des nerfs, mettre en évidence l'existence de filaments ou de terminaisons nerveuses dans l'organe lumineux lui-même.

M. Heinemann également avait en vain cherché les terminaisons nerveuses et les nerfs propres de l'organe sans pouvoir les rencontrer.

MM. Robin et Laboulbène ont observé la pénétration abondante des nerfs dans l'organe et, découverte surprenante !!, ils ont vu les nerfs de ces insectes perdre leur couche de myéline en pénétrant dans le tissu lumineux. Comment ces nerfs peuvent-ils perdre leur myéline puisque tous les histologistes s'accordent à dire qu'elle fait défaut dans les nerfs des insectes ?

Après avoir perdu sa couche de myéline en traversant la zone adipeuse et après s'être divisé plusieurs fois, le cylindre-axe du nerf, d'après MM. Robin et Laboulbène, s'appliquerait contre telle ou telle cellule.

Ces auteurs inclinent à penser que les pointes les plus fines des trachées iraient se terminer contre la face des cellules qui serait opposée à celle où vient aboutir le nerf : ils n'ont pu cependant découvrir la terminaison réelle.

Il est donc fort probable que ce tissu lumineux d'origine adipeuse ne contient pas plus de nerfs que l'œuf non segmenté qui est également lumineux, et, il n'est pas nécessaire d'avoir recours aux hypothèses de MM. Robin et Laboulbène pour expliquer l'influence du système nerveux sur la fonction photogénique. (V. 2e part., ch. IV, § 5.)

*Organes lumineux prothoraciques.*— Ces organes dont la situation a été bien établie antérieurement ne diffèrent pas dans leurs traits généraux de l'organe abdominal : La figure schématique tout à fait théorique, ainsi que la description que nous en donnons (2e part.,

ch. IV, § 4), pour faire comprendre son fonctionnement, permettent de se faire une idée suffisante des rapports, de la forme et de la nature de l'organe, idée plus nette d'ailleurs que celle qui résulterait d'une description anatomique très minutieuse.

Nous dirons seulement que c'est en vain que nous avons cherché la membrane d'enveloppe qui serait propre à la glande, d'après Perkins. Pourtant, nous avons vu souvent, après avoir détaché avec précaution la couche chitineuse transparente qui recouvre les appareils prothoraciques, persister une membrane susceptible d'éprouver sous l'influence des mouvements internes de véritables pulsations. Mais, cette membrane n'est autre chose que l'hypoderme, qui se détache très facilement, en ce point, de la couche chitinisée. Dans cet hypoderme, on rencontre en effet des trachées et des nerfs en assez grande abondance. La présence de ceux-ci s'explique facilement par l'existence de poils tactiles bien développés, disposés régulièrement sur la partie chitineuse transparente du tégument. Ce sont, sans doute, ces poils qui ont fait dire à MM. Robin et Laboulbène que « cette partie diaphane du tégument, en forme de cornée oculaire, au niveau de ces organes, a néanmoins sa surface marquée de *fines ponctuations microscopiques figurant des virgules droites.* » (sic).

---

## DEUXIÈME PARTIE.

### EXPÉRIMENTATION.

## CHAPITRE I.

### PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE LA LUMIÈRE DES PYROPHORES.

#### § 1. — *Nature des rayons éclairants.*

La première tentative faite pour se rendre compte de la nature et de la composition physiques de la lumière produite par les êtres vivants est due à Achard (1) qui, en 1783, étudia, au moyen des verres colorés et du prisme, la lumière des Champignons et des

(1) Achard. Nouveaux mémoires de l'Académie Royale de Berlin, p. 98, 1783.



corps organisés en voie de décomposition. Il constata que cette lumière traversait les verres colorés et n'était pas décomposée par le prisme. D'aprés Ludwig, qui a étudié la lumière des Champignons, ce résultat a eu pour effet d'empêcher pendant longtemps les savants de faire de nouvelles recherches sur cette question (1).

Le P. Secchi, s'appuyant sur ce que l'on avait cru d'abord que la lumière des animaux était monochromatique, disait à l'Académie en 1872 (2) que, si l'on admettait généralement que la lumière zodiacale était aussi monochromatique, cela tenait uniquement à ce que ces deux sortes de sources lumineuses sont très faibles. Leur faiblesse seule, selon Secchi, suffirait à expliquer leur apparente simplicité. Ayant enlevé d'un appareil analogue à celui de Smith plusieurs pièces qui, en affaiblissant la lumière émise par des Vers luisants, la rendaient sensiblement monochromatique, il remarqua, comme d'autres observateurs qui l'avaient précédé et dont il ne parle pas, l'existence d'un spectre continu : celui-ci s'étendait du rouge au violet.

A ce propos, M. de Quatrefages (3) a fait observer avec raison que l'on a confondu sous le nom de Phosphorescence animale des phénomènes très différents et qu'il y a beaucoup à faire encore sur ce sujet.

En effet, la lumière, considérée sous le rapport de ses propriétés physiques, ne paraît pas posséder la même composition chez tous les êtres vivants, dits *phosphorescents*.

Ludwig a établi, par l'examen spectro-microscopique, que le spectre n'était pas le même dans les divers Champignons lumineux qu'il a étudiés à ce point de vue.

Il est bien certain que la couleur de la lumière observée à l'œil nu varie non seulement d'un règne à l'autre, mais encore d'une espèce végétale ou animale à une autre souvent très voisine : la teinte de la lumière émise par les Lampyres indigènes ne ressemble pas à celle des Lucioles d'Italie et celle des Pyrophores s'éloigne également de l'une et de l'autre. Il est bien évident qu'à des impressions sensorielles différentes correspondent des excitants dont les propriétés et la constitution physiques ne sont pas identiques. Bien plus, le même animal peut ainsi que nous l'avons

(1) Ludwig, Zeitschr. für wissensch.. Mikrosk., II, 1884. Braunschweig.
(2) Secchi, *Compt.-rend.* 1872, LXXV, p. 321.
(3) De Quatrefages, *Compt.-rend.*, 1872. LXXV, p. 322.

vu, aux différents stades de son développement, posséder une luminosité distincte ; certaines larves exotiques, comme celles qui avaient été, à tort, considérées jusqu'à présent comme des larves de Pyrophore, peuvent même émettre à la fois deux espèces de lumière, l'une rouge et l'autre verte ou blafarde, chacune d'elles étant d'ailleurs susceptible de produire de véritables gammes chromatiques, ascendantes ou descendantes, suivant les circonstances.

Cependant, ces divergences ne prouvent pas que la cause de la lumière et que les propriétés initiales de celle-ci ne sont pas identiques chez tous les êtres vivants lumineux.

Nous verrons en effet, par la suite, que des conditions accessoires peuvent modifier la nature du spectre lumineux dont on peut faire varier d'ailleurs la composition, par certains procédés expérimentaux, chez un même individu.

Le P. Secchi fut d'autant plus facilement porté vers une généralisation immédiate, qu'ayant reçu de M. Panceri des organes lumineux desséchés de Pyrosomes, qui redeviennent lumineux dans l'eau, il put constater que la lumière qu'ils émettaient donnait un spectre continu contenant les rayons ordinaires ; toutefois, le spectre obtenu était moins riche en rayons rouges que celui du Lampyre.

Mais, si l'on veut bien laisser de côté toute interprétation théorique pour ne s'en tenir qu'aux faits expérimentaux, on doit reconnaître que l'observation d'Achard était exacte : certaines matières, en voie d'altération cadavérique, produisent une lumière qui doit être considérée comme monochromatique, tant que l'on n'aura pas trouvé le moyen de la décomposer.

J'ai examiné avec attention la lumière émise par les téguments des *Orphies*, pendant la période qui précède la putréfaction, au moyen d'un bon spectroscope à vision directe de Duboscq, et aussi, directement avec un prisme de Flint et de Crown ayant un pouvoir dispersif considérable. Bien que j'aie pu concentrer en un foyer unique, par des combinaisons diverses, une forte partie des rayons éclairants émanant de la surface de ces Poissons, il m'a été impossible de découvrir la moindre trace de décomposition de cette lumière : les rayons traversaient les prismes, sans subir la moindre modification chromatique, alors que les plus petites étoiles, vues à l'œil nu, dans un ciel sombre, donnaient un spectre très net. On pouvait lire facilement à la faveur de la lueur

produite par les Poissons, mais on ne pouvait distinguer les nuances des objets colorés.

Le P. Secchi, dans sa communication, paraît ignorer les recherches faites antérieurement aux siennes par divers physiciens.

Paul Gervais et Diacon avaient eu déjà l'idée d'étudier avec le spectroscope la lumière des Vers luisants et des Lombrics et n'avaient pu trouver de raies. Plus tard (1864), M. Pasteur, de concert avec M. Gernez, qui avait également observé, au même point de vue, les spectres des Vers luisants, fit, sur la prière de l'abbé Moigno, l'analyse spectroscopique de la lumière des Cucujos : ils constatèrent que le spectre est fort beau, continu, sans aucune apparence de raies.

Meddola (1), qui a examiné au spectromicroscope la lumière des Lampyres noctiluques, a remarqué qu'elle est plus riche en rayons bleus et verts et relativement pauvre en rayons jaunes et rouges; mais, on sait que le spectromicroscope ne peut fournir que des indications de même ordre que le spectroscope, c'est-à-dire tout à fait insuffisantes pour une évaluation quantitative, même approximative.

Antérieurement encore aux recherches du P. Secchi, c'est-à-dire en 1870, un examen attentif et plus complet de la lumière animale avait été fait par Young (2), sur la Mouche lumineuse commune du New-hampshire, qui est, selon toute probabilité, une espèce américaine du genre *Photinus*, de la famille des Lampyrides. Young est le premier qui ait cherché à fixer la position et les limites du spectre fourni par ces Insectes.

De même que pour les Lampyres, les Pyrosomes et les Pyrophores, le spectre est continu sans lignes brillantes ou obscures. Il s'étend un peu au-delà de la ligne C de Fraunhofer dans le rouge et aux environs de la raie F du bleu, et va en s'évanouissant graduellement aux deux extrémités.

C'est au mois de septembre 1885 que nous avons pu déterminer avec M. Aubert (3) un certain nombre de propriétés physiques de cette remarquable lumière, sur un Insecte qui m'avait été apporté au Laboratoire de Physiologie maritime du Hâvre, dans les circonstances indiquées plus haut (V. *introduction*). Cette étude

(1) Meddola, *Spectrum of the Light of the Glow-worm.* Nature, XXVI, n° 667.

(2) C.-A. Young. Amer. Natur., III, p. 615, 1870.

(3) Dubois et Aubert, *Sur la lumière des Pyrophores.* Compt.-rend. acad. des Sc. 1884 et Soc. biol., (8), I, n° 37, 1884.



physique a été complétée depuis, en grande partie, par les recherches entreprises dans le Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Paris (1).

L'observation spectroscopique a été faite avec un prisme de Flint très réfringent, muni d'un micromètre. Un petit prisme à réflexion totale permettait d'observer simultanément les deux sources lumineuses.

L'examen a porté sur les deux organes du prothorax dont la lumière est plus fixe, celle de la plaque ventrale ne se montrant qu'exceptionnellement.

L'Insecte était fixé dans une petite gouttière creusée à la surface d'un bouchon, au moyen d'une bande de caoutchouc qui permettrait de l'immobiliser complètement ; on excitait mécaniquement la sensibilité pour favoriser la production de la lumière et lui donner son maximum d'intensité.

Le spectre obtenu était continu, sans raies obscures, ni lumineuses ; ainsi que l'avait constaté M. Pasteur.

Nous avons pu de plus en préciser les limites.

Le spectre, fort beau, quand l'animal est très lumineux, est assez étendu du côté du rouge et va jusqu'aux premiers rayons bleus ; il recouvre environ 80 divisions du micromètre. On peut lui assigner comme limites approchées, d'un côté la raie B, de l'autre la raie F du spectre solaire : du côté du rouge, il s'étend un peu plus loin que la raie B ; du côté du bleu, les derniers rayons sont si pâles que leur position ne peut être déterminée avec une grande exactitude.

On s'est servi, pour cette détermination, d'un spectroscope dont le prisme est en flint et très réfringent. Il est muni d'un micromètre, qui a permis de déterminer les limites du spectre et de les rapporter ensuite aux raies du spectre solaire.

La fente du collimateur reçoit dans sa partie inférieure les rayons de la source qu'on veut étudier et sa partie supérieure, grâce à un petit prisme à réflexion totale, peut être éclairée par une autre lumière, de façon qu'il est possible d'observer simultanément les deux spectres superposés et de les comparer.

Lorsque l'intensité de la lumière varie, sa composition change d'une manière remarquable. Quant l'éclat diminue, le spectre se

(1) Je prie mes collègues du Laboratoire de M. Desains, MM. Ledeboer, Philippon et Godard de recevoir ici tous mes remerciements pour le précieux concours de leurs connaissances spéciales qu'ils ont bien voulu me prêter.



raccourcit un peu du côté bleu, mais beaucoup de l'autre côté : le rouge et l'oranger disparaissent complètement et les derniers rayons qui persistent sont des rayons verts d'un indice de réfraction un peu inférieur à celui de la raie E : c'est d'ailleurs cette région du spectre qui a toujours le plus vif éclat. L'effet inverse se produit quand l'animal commence à être lumineux; les rayons verts apparaissent les premiers et le rouge s'étend de plus en plus, jusqu'à ce que l'intensité de la lumière ait atteint son maximum.

Le spectre de la lumière des Pyrophores ne peut être comparé, à raison de sa continuité, à celui des corps rendus phosphorescents par la lumière, dont les spectres se composent pour la plupart de raies obscures et de bandes brillantes (sauf ceux de la chaux, du spath d'Islande et de l'aragonite) (1). Elle se rapprocherait, par sa continuité, de la lumière émise par les corps en ignition; mais, on sait que lorsque ces corps deviennent lumineux, ce sont les rayons rouges qui apparaissent les premiers et que leur spectre s'étend du rouge vers le violet.

Rien de semblable n'a été noté jusqu'à présent relativement à l'ordre d'apparition des couleurs. Peut-être, certains corps devenant phosphorescents par la chaleur présentent-ils la même particularité; mais, ce n'est que dans quelques cas seulement que l'on a pu observer à travers un prisme la phosphorescence par la chaleur, les lueurs phosphorescentes étant peu vives, et encore, dans les cas les mieux constatés, l'ordre d'apparition a été le même que dans les cas d'ignition.

Voici ce que dit M. Becquerel (2) : « On peut seulement remarquer que lorsqu'on produit la phosphorescence par élévation de la température, avec la plupart des échantillons de spath fluor, ou avec la leucophane (silicate de glucine et de chaux avec fluorure de sodium), *ce sont ordinairement les rayons les plus réfrangibles qui sont émis les derniers*, aussi, les couleurs qui sont aperçues les premières sont les couleurs vertes et orangées et celles qui sont observées à la fin de l'expérience sont bleues et violacées ; mais, il n'y aucune règle fixe à cet égard. »

Le sulfure de strontium (3), soumis à l'action simultanée de la lumière et d'une température croissante (jusqu'à 300°), change de

(1) E. Becquerel, *La Lumière*, I, Paris, 1867, p. 310 et suiv.
(2) *Loc. cit.*, I, p. 51.
(3) *Loc. cit.*, I, p. 387.

teinte. La lumière, examinée au spectroscope, donne un spectre dans lequel les rayons, de moins en moins réfrangibles, apparaissent à mesure que la température s'élève, (à la température ordinaire l'image primastique est bleue et violette) ; mais, en même temps, les rayons les plus réfrangibles disparaissent.

Lors du premier examen fait avec M. Aubert, ce sont ces considérations qui nous avaient fait penser qu'il y avait là une sorte de caractéristique de la lumière animale ; mais, l'expérience m'a prouvé plus tard qu'il y avait lieu d'interpréter autrement le phénomène que nous avions d'ailleurs exactement observé.

Au lieu du foyer lumineux d'un Pyrophore, on place devant la fente du collimateur un écran cylindrique opaque percé d'une ouverture circulaire ; à la partie inférieure de l'écran brûle un bec de Bunsen, avec la flamme oxydante du gaz d'éclairage, de telle façon que l'orifice ne soit éclairé que par la lumière réfléchie par les parois de l'écran. Si on examine alors le spectre produit par cette faible source de lumière, on voit qu'il est continu et offre à peu près la même composition que celui donné par la lumière des Pyrophores. Tout étant dans cet état, si on ferme lentement le robinet qui règle l'apport du gaz d'éclairage, on observe exactement le même phénomène que celui qui a été relaté plus haut, c'est-à-dire que le spectre se raccourcit, peu du côté du bleu et beaucoup du côté de l'orangé et du rouge, les rayons verts persistant en dernier lieu.

On ne peut faire alors que deux hypothèses : ou bien la proportion de gaz dans le mélange dont la combustion donne la lumière, en se modifiant, change la nature du spectre ; ou bien cet effet tient uniquement à la diminution de l'intensité éclairante du faisceau lumineux. C'est à cette seconde interprétation qu'il convient de s'arrêter, attendu qu'en éloignant la totalité du système éclairant du spectroscope, sans lui faire subir de modifications, on voit se produire la même réduction du spectre et dans le même sens.

Dès lors, il est bien certain que les variations que l'on observe, quand l'éclat de l'appareil lumineux du Pyrophore vient à diminuer, ne tiennent pas à un changement dans la nature et la composition de la lumière qu'il émet, mais simplement à une action physiologique purement subjective.

L'œil étant placé près de l'oculaire du spectroscope, si l'on fixe l'image prismatique pendant quelques secondes, le spectre ne tarde pas à perdre ses rayons rouges exactement comme si l'on

affaiblissait progressivement l'intensité de la source éclairante, soit par l'éloignement du foyer, soit par la diminution de la flamme.

Il s'agit bien évidemment, dans ce cas, d'un phénomène subjectif que l'on doit attribuer à un effet de fatigue rétinienne.

On demeure convaincu de l'exactitude de cette interprétation si, pendant l'observation, on ferme les paupières : en les ouvrant ensuite brusquement, les rayons rouges reparaissent pour s'éteindre presqu'aussitôt.

Ce fait viendrait à l'appui de l'interprétation donnée par le P. Secchi à propos de la lumière zodiacale : à savoir, que, quand l'intensité d'une lumière composée atteint un certain minimum, elle peut, pour l'œil, devenir sensiblement monochromatique.

Ces notions sont en harmonie avec les données qui découlent de la loi psycho-physique de Fechner qui veut que, l'excitation diminuant selon une progression géométrique, la sensation décroisse suivant une progression arithmétique. Or, la diminution de clarté de la source éclairante entraînant nécessairement une réduction objective proportionnellement décroissante pour chaque faisceau composant de rayons colorés, l'intensité de la sensation suivra une diminution progressivement décroissante suivant la raison arithmétique, tandis que celle de l'excitation décroîtra en progression géométrique. Mais, comme il ne s'agit pas d'une lumière simple ou monochromatique, et que l'on sait que les diverses clartés colorées ne possèdent pas des intensités lumineuses égales et n'impressionnent pas la rétine avec la même force (1), nécessairement les rayons les moins excitants atteindront les premiers le *minimum perceptible* ou *seuil de l'excitation*.

(1) *Remarque*. — Purkinje (α) a établi par la comparaison de différentes sources de lumière que l'intensité de sensation est une fonction de l'intensité lumineuse, qui diffère suivant l'espèce de lumière.

Lamansky (β) évalue de la manière suivante les différences minima qui sont appréciables pour : le violet .......... 1/109
le bleu .......... 1/122
le vert .......... 1/286
le jaune .......... 1/286
l'orangé .......... 1/78
le rouge .......... 1/70

(α) Purkinje, *Zur Physiologie der Sinne*, II, 109.

(β) Lamansky, *Ueber die Empfindlichkeit des Auges gegen den Lichtstrahl verschiedener Specialfarben*. Arch. für Ophtalmologie, XVIII, p. 74, 1872.

Ce sont, en effet, les rayons rouges et orangés qui s'éteignent les premiers, tandis que les rayons verts, d'un indice de réfraction un peu moindre que E, sont les derniers donnant une impression colorée à la rétine.

Ces résultats concordent bien, d'autre part, avec ceux qui ont été obtenus par M. A. Charpentier (1), qui place le maximum de clarté aux environs de la raie *b*, dans le spectre solaire.

De ces recherches, on peut conclure que les variations observées dans la composition du spectre lumineux des Cucujos à l'état physiologique, sont dues à des phénomènes subjectifs dépendant des variations de puissance de la source éclairante.

Il est important de faire remarquer que le spectre des animaux marins étudié par Panceri et Ray Lankaster (2) a précisément les mêmes limites que celui des Pyrophores au moment où leur lumière atteint son minimum d'intensité. La lumière des Pholades, des Eledones, des Alcinoés, des Hippodium, des Méduses examinée au spectro-microscope, par ces observateurs, a donné un spectre compris entre les raies E. et F (3).

D'autre part, Radziszewski (4), auteur d'un remarquable travail sur la phosphorescence des corps organiques et organisés, a constaté que le spectre de la lumière qu'il obtient par oxydation lente, en présence des alcalis, d'un grand nombre de composés chimiques, corps gras, aldehydes, carbures, etc., est compris entre les mêmes limites que ceux qui ont été observés par Panceri sur les animaux marins.

Mais, selon nous, ce savant pense à tort que cette analogie peut servir à démontrer que la lumière animale est produite par un procédé identique à celui qui lui a permis d'obtenir les beaux effets de phosphorescence consignés dans son mémoire.

Nous avons répété, avec notre excellent ami M. Etard, professeur à l'École municipale de chimie, une partie des expériences

(1) A. Charpentier, *Sur la distribution de l'intensité lumineuse et de l'intensité visuelle dans le spectre solaire*, Compt.-rend., CI, p. 182, 1885.

(2) Panceri, *Études sur la phosphorescence des animaux marins*. Ann. des Sc. nat., (5), XVI, p. 38, 1872.

(3) *Remarque*. Il résulterait d'une observation du capitaine Maclear (V. Revue Scientifique, (3), XXXVI, p. 547.) que le spectre des *Ombellularia* serait contenu entre les raies B et D, ce qui constituerait une exception à la règle établie par Panceri.

(4) Radziszewski, *Ueber die Phosphorescenz der organischen und organisirten Körper*. Ann. der Chem., CCIII, p. 305, 1880.



de Radziszewski ; mais, les effets lumineux obtenus, dans les conditions indiquées, sont loin d'avoir l'intensité que possède la lumière des Pyrophores, quand elle brille dans tout son éclat.

L'analogie qui existe dans l'étendue et la position du spectre, pour les cas où la lumière émise est très faible, nous paraît devoir être attribuée à la même cause, c'est-à-dire à la persistance plus grande de la perception des rayons de longueur d'onde moyenne.

*Anneaux colorés.* — On peut facilement, au moyen de l'appareil construit par M. Nodot, de Dijon, observer le phénomène des anneaux colorés déterminés par la réflexion de la lumière des Pyrophores. Le centre du système d'anneaux est formé par un disque verdâtre, légèrement grisâtre au milieu. Ce disque est entouré d'une bande jaune et celui-ci d'une bande rouge. Les systèmes d'anneaux sont visibles jusqu'au huitième et vont en se succédant suivant le même ordre ; lês cercles les plus excentriques ayant une largeur moindre, nécessairement leur intensité est beaucoup plus vive.

### § 2. *Photométrie.*

S'il est vrai que l'œil peut servir à établir une comparaison entre deux quantités de lumière de même qualité, telles que deux quantités de lumière blanche ou bien deux quantités de lumière simple, il n'en est plus de même quand il s'agit de comparer la lumière des Pyrophores avec une source quelconque de lumière artificielle.

La teinte de cette lumière est verte, et la loi posée par Purkinje pour les rayons compris dans le spectre lumineux solaire, nous indique déjà que les procédés ordinaires de photométrie ne peuvent nous donner, sous le rapport de l'évaluation de l'intensité lumineuse, aucune mesure même approximativement exacte.

« Il faut bien se rappeler, dit Helmholtz (1), que toute comparaison faite, au moyen de l'œil, entre des lumières de différentes couleurs, n'a qu'une valeur physiologique et n'indique rien sur l'intensité objective des lumières comparées ; de sorte que les mensurations photométriques de ce genre restent complètement dans les limites de l'optique physiologique. »

(1) Helmholtz, *Optique physiologique* Traduction de MM. Javal et Klein. Paris, 1867, p. 433.



Ce qui est vrai pour les couleurs ordinaires du spectre est exact *à fortiori* pour une lumière comme celle des Pyrophores qui possède, ainsi que cela a été constaté par tous ceux qui l'ont observée, un *éclat* particulier, indépendant de sa coloration verte.

Dans les premières tentatives entreprises avec M. Aubert, le fait suivant nous avait frappé. L'intensité lumineuse d'une bougie étant trop considérable pour pouvoir être comparée à celle qui était émise par l'insecte, nous avions songé à diaphragmer cette lumière de la bougie. A cet effet, on avait pratiqué dans un écran opaque une petite ouverture ayant exactement les dimensions de la surface éclairante d'un des organes prothoraciques. Mais la quantité de lumière qui passait au travers du diaphragme, quel que fût d'ailleurs le point de la flamme considéré, était, à l'œil, tellement inférieure à celle de l'Insecte qu'il était facile de prévoir que les résultats photométriques ainsi obtenus ne seraient pas même approximatifs ; c'est ce que l'expérience vérifia plus tard.

Si, au lieu de faire passer la lumière de la bougie au travers de l'orifice béant de l'écran, on lui fait traverser le tégument jaunâtre, chitineux, transparent, qui recouvre l'appareil, après que celui-ci a été enlevé, on ne constate aucune augmentation dans l'intensité lumineuse.

Les divers renseignements tirés de la détermination des limites des différentes bandes lumineuses du spectre ne nous paraissant pas suffisantes, nous avons pensé alors à recourir à la méthode spectrophotométrique, qui seule pouvait donner quelques indications sur la composition quantitative de la lumière observée.

Les expériences entreprises pour déterminer, par la spectrophotométrie, la composition de la lumière émise par le *Cucujo*, ont été faites avec la collaboration de M. Léon Godard, agrégé des sciences physiques, à l'aide du spectrophotomètre de M. Gouy, qui se trouve au laboratoire d'enseignement de la physique, à la Sorbonne. Sans entrer dans la description de l'appareil (1), il est bon de rappeler que la source lumineuse à étudier était placée contre la fente du collimateur C. Devant le collimateur C', on avait mis une lampe à gaz système Bengel, munie d'un régulateur Giroux.

L'intensité de la lumière émise par l'animal étant très faible, comparativement à celle de la lampe à gaz, on a dû donner à la fente du collimateur C une ouverture de $1^{mm}5$.

(1) V. Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris, 1870.

Remarquons, avec M. Gouy, que le spectre qui sert de terme de comparaison est dans un certain rapport avec le spectre de la lampe à gaz ; mais que ce rapport est indéterminé, et que par suite il est impossible dans ces expériences de déterminer des valeurs absolues.

Soient $G_\lambda$ et $A_\lambda$ les intensités propres des deux sources lumineuses à la longueur d'onde $\lambda$, $a$ et $a'$ les coefficients d'affaiblissement dûs aux réfractions et aux absorptions que subissent les deux faisceaux lumineux dans l'appareil (1), soit $R_\lambda$ le pouvoir réflecteur du miroir d'argent à cette même longueur d'onde, et soit $\omega$ l'angle dont on a dû tourner le nicol pour établir l'égalité. Entre ces quantités, on a la relation :

$$G_\lambda R_\lambda a, \text{Sin}^2\omega = A_\lambda a' :$$

d'où
$$A_\lambda = \frac{G_\lambda R_\lambda a}{a'} \text{Sin}^2\omega = K_\lambda \text{Sin}^2\omega.$$

Ayant substitué à l'animal une bougie du Phénix, on a dû alors réduire la fente du collimateur C à 1/4 de millimètre et, en désignant par B l'intensité propre de la bougie,

On a
$$\frac{B_\lambda a'}{6} = G_\lambda R_\lambda a \text{Sin}^2\alpha :$$

d'où
$$B_\lambda = \frac{G_\lambda R_\lambda a}{a'} 6 \text{Sin}^2\alpha.$$

Depuis quelques années, un certain nombre de savants se sont proposé de comparer les intensités relatives de deux lumières de longueur d'onde différentes. La méthode du spectrophotomètre ne nous permet pas une pareille détermination. Nous conviendrons donc de prendre pour unité de lumière à la longueur d'onde $\lambda$ la quantité de lumière

$$\frac{G_\lambda R_\lambda a.}{a'}$$

Dès lors :
$$A_\lambda = \text{Sin}^2\omega,$$
$$B_\lambda = 6 \text{Sin}^2\alpha.$$

Calcul de $A_\lambda$ :

(1) A. Crova, Journal de physique, VIII, p. 88.

| | Longueur d'onde | ............... | $\sin^2\omega$ |
|---|---|---|---|
| F.... | 485µ68 | | 0 |
| | 496.67 | | 0.00273 |
| | 508.05 | | 0.00799 |
| E.... | 521.64 | | 0.0121 |
| | 528.56 | | 0.0128 |
| | 535.88 | | 0.0121 |
| | 551.97 | | 0.00961 |
| | 569.67 | | 0.00486 |
| D.... | 589.22 | | 0.00170 |
| | 636.09 | | 0 |

Si l'on prend pour abscisses les longueurs d'onde et pour ordonnées les nombres de la deuxième colonne, on voit que le maximum de lumière correspond pour le spectre continu donné par l'animal à la longueur d'onde 528µ56.

L'aire comprise entre la courbe et l'axe des longueurs d'onde peut servir à définir la force vive lumineuse fournie par l'animal.

Calcul de $B_\lambda$ :

| | Longueur d'onde | ............... | $6 \sin^2\alpha$ |
|---|---|---|---|
| | 457µ34 | | 0.2925 |
| | 465.93 | | 0.3470 |
| | 475.46 | | 0.3658 |
| F.... | 485.68 | | 0.3848 |
| | 496.67 | | 0.3658 |
| | 508.05 | | 0.3510 |
| E.... | 521.64 | | 0.3470 |
| | 528.56 | | 0.3510 |
| | 535.88 | | 0.3470 |
| | 551.97 | | 0.3376 |
| | 569.67 | | 0.3012 |
| D.... | 589.22 | | 0.2836 |
| | 610.80 | | 0.2706 |
| | 636.09 | | 0.2328 |
| C.... } .... | 664.53 | | 0.1712 |
| B.... } | 697.06 | | 0.1498 |

Si l'on prend pour abscisses les longueurs d'onde et pour ordonnées les nombres de la seconde colonne, on voit que le maximum correspond à 496µ67. L'aire comprise entre la

courbe, l'axe des longueurs d'onde et les deux ordonnées extrêmes, peut servir à définir la force vive fournie par la bougie.

Une construction graphique donne le moyen de comparer aisément les résultats obtenus.

La comparaison de ces deux courbes, telles qu'elles résultent des nombres trouvés dans les expériences que nous avons faites avec M. Godard, donne lieu à quelques remarques intéressantes.

Elle permet de voir que l'aire comprise entre l'axe des longueurs d'onde et la courbe est, pour la lumière du Pyrophore, presqu'en totalité occupée par les rayons verts et jaunes; ces derniers comprenant environ les deux tiers de cette aire.

On remarque également que le maximum d'intensité correspond à la longueur d'onde 528.56 ; or, cette longueur d'onde se trouve être précisément la même que celle qui a été indiquée par M. Charpentier (1) pour le maximum de clarté dans le spectre solaire.

On voit également que, pour la bougie, le maximum ne correspond plus qu'à la longueur d'onde 496μ67 et se trouve par conséquent reporté du côté des rayons les plus réfrangibles. On devrait obtenir, d'après les expériences de Dove, un résultat inverse si la composition du spectre des Cucujos devait ses propriétés à la faiblesse relative de son intensité (2).

Enfin, l'aire délimitée par la courbe des intensités de la bougie et la ligne des longueurs d'onde n'est occupée que dans une partie beaucoup plus restreinte par les rayons jaunes.

En comparant les surfaces limitées par les courbes et la ligne des abscisses, on trouve que la valeur photométrique d'un appareil prothoracique de Pyrophore serait d'environ de $\frac{1}{150}$ bougie du Phénix (de 8 à la livre).

Si l'on admet que l'appareil ventral possède un pouvoir éclairant double d'un des appareils prothoraciques, on voit qu'il faudrait trente-sept à trente-huit Pyrophores lumineux à la fois par tous leurs appareils pour éclairer un appartement avec la même intensité qu'une bougie.

Mais, il convient de ne pas attribuer à ces données une valeur absolue, qui d'ailleurs ne présenterait qu'un intérêt secondaire.

(1) Charpentier, *Loc. cit.*
(2) V. p. 119, *Remarque.*

L'observation directe démontre que le pouvoir éclairant peut varier d'un insecte à un autre et, chez le même insecte, d'un moment à un autre et d'un appareil à l'appareil correspondant.

Le véritable intérêt de ces recherches consiste donc principalement dans la détermination de la composition relative de la lumière des Pyrophores.

Nous allons voir que pour évaluer la valeur comparative de l'action exercée par la lumière des Cucujos sur la rétine, il serait préférable d'adopter une méthode plus physiologique que celle du spectrophotomètre.

## § 3. *Longueur d'onde moyenne.*

La longueur d'onde moyenne de la lumière diffractée fournie par un des appareils prothoraciques, donnant le maximum de son pouvoir éclairant, a été déterminée à l'aide d'un réseau : on a trouvé les deux nombres suivants :

0.538
0.522

dont la moyenne est 0.530

Ce résultat confirme l'exactitude de celui qui a été obtenu à l'aide du spectrophotomètre de M. Gouy, car, en faisant la moyenne des longueurs d'onde fournies par les diverses zones du spectre, on trouve le nombre très approché de 0.533.

Ce nombre est voisin de celui qui a été fixé par Mascart pour la raie verte du thallium et qui est 0.535. On sait que le mot thallium est tiré de « θαλλος » qui signifie « rameau vert ». Or, l'impression produite sur la rétine par la lumière des Pyrophores ne peut mieux se comparer qu'à celle que donne la lumière du jour tamisée par un rideau de feuillage.

M. Lecoq de Boisbaudran (1) a trouvé que le spectre de l'hydrogène chargé de phosphore donne des bandes : une première à la longueur d'onde : 599.4 (bande presqu'invisible avec une fente étroite), une seconde à la longueur d'onde : 560 (c'est une des raies considérées par cet auteur comme caractéristique de l'hydrogène phosphoré) ; une troisième correspondant à la longueur d'onde 526.3, notablement plus forte que les autres, surtout si

(1) Lecoq de Boisbaudran, *Spectres lumineux*, 1874, p. 187.

l'on a recours, pour la produire, au procédé de M. Salet (1); et enfin, une dernière bande correspondant à la longueur d'onde 489.

La lumière émise par le Pyrophore donne un spectre qui commence et finit aux mêmes points et dont le maximum a la même longueur d'onde sensiblement ; mais, entre ces deux spectres, il existe une différence profonde, puisque celui du Pyrophore est continu, alors que celui du phosphore brûlant dans l'hydrogène est discontinu.

Quant au spectre de l'acide phosphorique introduit dans la flamme, il donne bien un spectre continu, mais il est beaucoup plus étendu que celui que nous avons observé.

### § 4. *Propriétés organoleptiques.*

Examinée à l'œil nu, la lumière des Pyrophores produit, comme il a été dit plus haut, à peu près la même impression que celle de la lumière solaire traversant un feuillage vert pâle, mais il n'y a pas identité absolue : en réalité, cette lumière animale produit sur la rétine une action très vive et tout à fait spéciale. Perkins, ne connaissant pas d'expression convenable, se sert du mot : « *intangible* » pour rappeler le caractère si particulier de la lumière du Pyrophore. Cet effet singulier ne peut être mieux comparé qu'à celui que déterminent les rayons émanant des corps fluorescents, soit lorsqu'on les examine à la lumière du jour sous une certaine incidence, soit lorsque l'on fait agir sur eux les rayons les plus réfrangibles du spectre. On verra plus tard qu'il n'y a pas seulement analogie mais bien identité absolue entre ces deux phénomènes (V. 2ᵉ part., chap. IV, § 3) et que l'*éclat particulier* de la lumière des Pyrophores n'est pas causé, comme le pensent MM. Robin et Laboulbène, par « des phénomènes d'interférences dûs à des dispositions particulières ».

La lumière des Pyrophores est plus verte que celle des Lampyres noctiluques qui est plutôt bleuâtre, et elle est beaucoup plus fortement teintée que celle de la Luciole d'Italie qui est plus pâle et un peu dorée, quoique très vive. Il nous sera facile de démontrer (V. composition du sang, 2ᵉ part., chap. IV, § 3) que ces variations dans la coloration ne doivent pas être attribuées aux différences d'intensité de la lumière émise par ces divers Insectes, ainsi qu'on serait tenté de le croire, d'après les expériences de

(1) Salet, Ann. de Chim. et de Phys., janvier 1873.

Dove (1), et aussi, d'après cette considération, que dans l'œuf et dans la larve du Pyrophore, dont le pouvoir éclairant est beaucoup plus faible, la lumière est bleuâtre.

Les variations de coloration de la plaque ventrale pendant le vol, dont parle Gosse, sont dues uniquement à la nuance rouge des élytres et des ailes qui réfléchissent la lumière ou la laissent voir par transparence, selon les attitudes variées que prend l'Insecte dans ses rapides évolutions aériennes.

On pourrait être surpris en constatant que cette lumière si vive dans l'obscurité, si éblouissante lorsque le foyer d'où elle s'échappe est placé près de l'œil, ne laisse pas d'impression persistante sur la rétine, si l'on ne savait, d'après les recherches de Plateau (2) que l'intervalle du temps pendant lequel une impression se conserve sans perte sensible est d'autant plus grand que l'impression est moins intense.

Ceci nous explique pourquoi, lorsque l'Insecte vole en rond avec cette extrême vitesse qui lui est propre, on ne voit pas un cercle lumineux continu, comme lorsqu'on fait tourner avec rapidité un charbon ardent, mais bien une succession extrêmement rapide de vives étincelles d'une très courte durée qui a pu faire croire que la lumière pendant le vol était véritablement intermittente.

M. Plateau trouve une grande analogie entre le mécanisme de la production des images accidentelles et le mouvement d'un corps écarté d'une position d'équilibre stable, qui y revient par un mouvement oscillatoire. Dans cette hypothèse, qui se trouve être d'accord avec la récente découverte des mouvements du pigment rétinien, l'apparition des images accidentelles devrait être en raison directe de l'intensité du rayon lumineux qui frappe la rétine. Or, par les moyens ordinaires, il m'a été impossible d'obtenir la production des images accidentelles avec la lumière

(1) *Remarque.* — Des expériences faites par Dove (α) tendent à prouver qu'en général les rayons les moins réfrangibles paraissent prédominer quand l'éclairage est intense et que l'inverse a lieu quand l'éclairage est faible, résultats qui concordent d'ailleurs avec ceux que nous avons consignés relativement à l'apparition et à la disparition des rayons rouges dans le spectre des Cucujos.

(2) Plateau, *Dissertation sur quelques propriétés des impressions produites sur la vue*. Liège, 1829.

(α) Milne Edwards, *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée*, XII, p. 363, 1876-77.



des Pyrophores, ce qui est une nouvelle preuve qu'elle est d'une nature particulière.

Il faut se placer dans des conditions toutes spéciales pour que le phénomène se produise. Perkins raconte qu'ayant fixé pendant longtemps le foyer lumineux d'un Pyrophore et ayant ensuite porté ses regards sur la flamme jaune d'un réverbère allumé dans la rue voisine, il vit aussitôt cette flamme prendre une teinte d'un rouge analogue à celle du strontium incandescent. J'ai pu répéter l'expérience de Perkins et me convaincre de son exactitude. Or, cette couleur est précisément la complémentaire de la lumière verte du Pyrophore (1).

*Action sur l'acuité visuelle.* — La méthode photométrique qui conviendrait le mieux serait celle qui consisterait à prendre pour base, non plus l'intensité lumineuse ou clarté, mais l'intensité visuelle (2), ou plutôt, à appliquer à la mesure de la lumière animale la méthode de photométrie hétérochrome de MM. Macé de Lépinay et Nicati, qui permet de comparer correctement les pouvoirs éclairants de diverses sources plus ou moins teintées, par le rapport des coefficients d'égale acuité aux coefficients d'égale clarté (3), mais nous le répétons, il ne s'agit plus d'une lumière comparable à celle qui nous est fournie dans l'éclairage usuel par des particules incandescentes.

Si l'expression de « belle lumière », qui a été donnée à celle que produit les Pyrophores, peut s'expliquer en partie par ce fait,

(1) L'influence de la lumière jaune du gaz ou mieux de la lueur monochromatique du sodium incandescent a une influence très remarquable sur la visibilité de certaines sources lumineuses de très faible intensité. Lorsqu'on pénètre pendant le jour dans un cabinet noir renfermant des Poissons morts et phosphorescents, ce n'est qu'au bout d'un séjour dans l'obscurité, d'autant plus prolongé que la lumière extérieure a été plus vive, que l'on peut constater l'existence de la phosphorescence ; mais, vient on à fixer pendant quelques secondes la flamme jaune d'un bec de gaz ou la lumière du sodium incandescent, aussitôt l'on peut apercevoir la clarté faiblement bleuâtre des Poissons et continuer ses observations aussi facilement que la nuit.

J'ai constaté souvent cette propriété particulière de la lumière jaune.

(2) La première représente le pouvoir excitant d'une lumière sur la Rétine, la seconde répond à la facilité plus ou moins grande avec laquelle cette lumière nous permet de distinguer les formes des petits objets. Ces deux modes d'intensité ne sont pas proportionnels l'un à l'autre, mais diffèrent d'autant plus que la lumière est plus réfrangible (Charpentier, *loc. cit.*)

(3) Macé de Lépinay et Nicati, *Recherches sur la comparaison photométrique des diverses parties d'un même spectre.* Ann. de Chimie et de Physique, (5), XXIV, 1881, p. 289 et suiv. et (5), XXX, 1883, p. 145 et suiv.

qui nous est démontré par l'étude spectrophotométrique, à savoir que l'aire pouvant servir à définir, jusqu'à un certain point, sa force vive lumineuse, est presque entièrement occupée par les rayons verts et jaunes, c'est-à-dire par ceux qui comprennent les régions du spectre qui correspondent à la fois au maximum d'intensité lumineuse et au maximum d'intensité visuelle, il n'en est pas moins vrai qu'il faut tenir compte de l'*éclat* opalescent caractéristique de cette lumière, qui impressionne certainement d'une manière particulière la rétine.

Si l'on sait que les corps fluorescents ont la propriété de ramener vers une longueur d'onde moyenne les rayons très réfrangibles qui font précisément défaut, presque complètement, au moins en ce qui concerne le bleu et le violet, dans le spectre de la lumière des Pyrophores, on ignore si ces rayons particuliers ne jouissent pas, à l'égard de la rétine et des autres milieux fluorescents de l'œil, de propriétés spéciales.

S'il en est ainsi, la superposition ou l'action simultanée des rayons fluorescents et des rayons lumineux, qui émanent directement de la substance propre des organes éclairants du Pyrophore, peut expliquer pourquoi l'on serait tenté d'employer, pour exprimer l'*éclat* de cette clarté, la dénomination de « lumière condensée. »

Ce qu'il y a de bien certain, c'est que la présence d'un corps fluorescent dans les organes lumineux doit accroître singulièrement leur intensité lumineuse, car la lumière extra-violette devient douze cents fois plus intense après avoir été modifiée par le sulfate de quinine, suivant Helmholtz (2); mais, il est impossible de déterminer exactement le rôle que joue cet excitant spécial dans l'évaluation de l'intensité visuelle.

Non seulement la diffusion de la lumière qui est propre aux substances fluorescentes, mais encore la disposition particulière des surfaces qui limitent extérieurement les organes lumineux, semblent indiquer que l'intensité visuelle de cette source doit être faible. Cependant, il n'en est rien et les nombreux observateurs qui déclarent avoir pu lire et écrire facilement à la lumière d'un seul Cucujo n'exagèrent en aucune façon, ainsi qu'il résulte des quelques expériences suivantes.

(1) *Remarque*. — Il importe de ne pas confondre l'éclat, avec l'intensité lumineuse ou avec la sensation chromatique. C'est une sensation absolument spéciale et différente des deux autres.

(2) Helmholtz, *Loc. cit.*, p. 309, 325, 353.

Un œil, sensiblement emmétrope, peut dans une pièce obscure lire avec un seul Pyrophore à une distance de 0.33$^{cm}$, les caractères correspondants à D = 0.5 de l'échelle de Snellen, le foyer lumineux étant placé à un centimètre et demi du tableau : on lisait également les caractères D = 1.20 à cinq centimètres et D = 1.5 à dix centimètres. Ces relations sont assez constantes pour des Insectes différents, lorsqu'ils donnent leur clarté maxima.

Nous avons fait également des expériences comparées de lecture à l'aide de l'Insecte et d'une bougie du Phénix sur l'échelle typographique de Donders pour la mesure de l'acuité visuelle.

Voici le résultat de ces expériences :

I. — Les caractères n° 11 ont été successivement éclairés à la distance de 0$^{m}$13$^{cm}$ par la bougie et par l'Insecte.

Ils ont été lus à la distance de 8$^{m}$30, lorsqu'ils étaient éclairés par la bougie, et à la distance de deux mètres, lorsqu'ils étaient éclairés par l'Insecte.

II. — L'Insecte étant à 0$^{m}$20$^{cm}$ de l'échelle typographique, les caractères n° 12 étaient lus à la distance de 2$^{m}$30.

A la même distance (2$^{m}$30), on pouvait lire les caractères n° 6, lorsqu'on éclairait l'échelle avec la bougie placée comme l'Insecte, à 0$^{m}$20 centimètres.

On voit que l'intensité visuelle de cette lumière est assez considérable, si l'on tient compte surtout de la dispersion des rayons lumineux qui s'échappent en divergeant des appareils prothoraciques (V. champ d'éclairage, 2e part., ch. IV, § 1) dont on s'est servi exclusivement dans ces recherches (1).

Action sur le sens chromatique. — Malgré la teinte verte très manifeste de cette lumière, le sens chromatique n'est en aucune façon influencé ; on reconnaît facilement la couleur propre à chaque objet ; sauf le bleu foncé et le violet qui n'existent pas dans le spectre de cette lumière, toutes les autres couleurs dites « à confusion », dont on se sert en oculistique, sont facilement reconnues.

Champ visuel. — Les rayons venant, soit directement, soit après réflexion, de ces appareils lumineux sont, malgré leur teinte

(1) Nous n'avons pas cherché par ces évaluations purement empyriques à établir une relation photométrique entre le pouvoir éclairant de la bougie et celui du Pyrophore, pour les raisons indiquées précédemment. Mais les résultats obtenus suffisent à montrer que la faiblesse du pouvoir éclairant indiquée par le spectrophotomètre est assez notable par rapport à l'intensité visuelle.

verte, perçus jusqu'aux limites extrêmes du champ visuel, il y a donc entre cette lumière et celle d'une autre source émettant des rayons verts et jaunes, une différence notable, car on sait que les limites du champ visuel, pour le vert, occupent les points les plus concentriques, tandis que les rayons bleus, au contraire, sont vus dans les limites les plus étendues.

### § 5. — *Recherche de la lumière polarisée.*

En raison de l'existence d'une quantité considérable de particules, de granulations jouissant d'un pouvoir biréfringent, au sein même des organes lumineux, on pouvait se demander si le plan d'ondulation des rayons lumineux sortant de ces appareils était le même que celui des rayons ordinaires. Il était d'autant plus intéressant d'être fixé sur ce point que plusieurs auteurs ont pensé que ces granulations brillantes sous le microscope, mais dont ils ignoraient la propriété biréfringente, avaient pour but de disperser la lumière et de la réfléchir en dehors. S'il en était ainsi, la lumière émise en dehors devrait être en grande partie composée de rayons polarisés.

On peut s'assurer de diverses manières que la lumière des Pyrophores n'est pas polarisée.

Si l'on remplace dans un microscope polarisant le diaphragme polariseur par un diaphragme simplement convergent et que, supprimant toute source de lumière étrangère, on examine avec l'éclairage fourni par les plaques prothoraciques d'un Pyrophore des grains de fécule placés sur un porte objet, on voit facilement la structure de ces grains, avec un objectif n° 2 de Vérick ; mais, si l'on vient à tourner l'analyseur de façon à obtenir l'extinction, on ne voit aucune trace de la belle croix brillante qui apparaît quand la lumière transmise est polarisée.

De même, en examinant avec cette lumière des coupes de roches, au Laboratoire de géologie de la Faculté des Sciences, il nous a été impossible de saisir la moindre trace de coloration des éléments constituants qui prennent, comme l'on sait, des teintes caractéristiques dans la lumière polarisée.

Dans une troisième expérience, à la place d'un polariseur (nicol), nous avons placé l'Insecte lumineux.

1° La lumière analysée par le prisme biréfringent a donné deux images d'égale intensité ;

2° Cette intensité s'est conservée dans la rotation de l'analyseur de 90°;

3° L'interposition d'un quartz taillé perpendiculairement à l'axe n'a donné aucune trace de coloration;

4° Les deux images superposées donnaient une intensité égale à leur somme, c'est-à-dire égale à la lumière totale d'un des appareils.

Cet essai, qui a été fait avec M. Bourbouze, montre, ainsi que les deux premiers, que la lumière des Pyrophores ne contient pas de rayons polarisés et que, par conséquent, la lumière des appareils lumineux ne traverse pas la couche des granulations biréfringentes et n'est pas non plus le résultat de réflexions produites par des granulations ou par des corpuscules cristalloïdes.

## § 6. — *Rayons chimiques*

M. E. Becquerel (1), en se servant de l'actinomètre, instrument qui permet de mesurer l'action chimique par l'intensité des courants électriques auxquels elle donne naissance, a trouvé que la courbe des intensités des radiations chimiques coïncide à peu près avec celle des radiations lumineuses, depuis A jusqu'en F, où se trouve un minimum. Au delà, et en allant vers le violet, elle remonte, atteint un second maximum entre G et H, puis décroît rapidement jusqu'en P où l'activité chimique devient nulle.

Dans le spectre lumineux des Pyrophores, la limite extrême du côté des rayons les plus réfrangibles ne dépassant guère la raie F, on pouvait penser que le pouvoir actinique de cette lumière était faible. Il était utile de s'en assurer par un essai photographique.

Après quelques tentatives, qui furent d'abord infructueuses parce qu'on avait négligé d'immobiliser l'animal, j'opérai de la façon suivante avec l'aide de M. Aubert, alors professeur au lycée du Hâvre:

Une dentelle de papier noirci fut appliquée sur une plaque photographique au gélatino-bromure contenue dans un chassis à épreuves positives. La lumière destinée à impressionner la plaque venait d'un des deux organes lumineux du prothorax, l'autre envoyait ses rayons principaux à peu près parallèlement à la

(1) Becquerel, *Loc. cit.*

surface impressionnable qu'il éclairait cependant un peu d'un côté : l'Insecte était maintenu à environ deux centimètres de distance de la vitre du chassis.

Afin d'obtenir un résultat décisif, la plaque fut exposée pendant une heure à la lumière de l'Insecte constamment excité : l'action fut des plus intenses, il nous parut évident qu'une exposition beaucoup plus courte serait suffisante ; en effet, nous avons pu réduire le temps de pose, d'abord à vingt minutes, puis à cinq.

Depuis ces premiers essais, j'ai pu obtenir, dans un temps beaucoup plus court (deux minutes), des photographies beaucoup plus grandes ($0^{m}20^{c}$), en me servant de plaques plus sensibles et en utilisant, cette fois, l'éclairage de l'appareil abdominal.

La plaque sensibilisée était posée horizontalement sur une table et le cliché à reproduire était appliqué directement sur la surface sensible. Sur ces deux plaques de verre, ainsi disposées, on avait placé un petit trépied en verre soutenant une petite cuvette de cristal à fond plat, à une hauteur de deux centimètres environ au-dessus du cliché. Un Pyrophore placé dans cette petite cuvette qui contenait de l'eau, exécutait en nageant des mouvements rapides dans tous les sens ; il mettait ainsi à découvert son appareil ventral, qui éclairait fortement la plaque placée au-dessous de lui.

C'est de cette façon qu'a été obtenu le cliché qui a servi pour le tirage de l'épreuve positive, représentant le buste de Claude Bernard, placée en tête de ce mémoire.

Mais, il n'a pas fallu moins de cinq minutes pour obtenir avec l'appareil le plus éclairant une épreuve convenable, en employant des plaques assez sensibles pour donner, avec la lumière solaire, une image dans une fraction de seconde.

Cette expérience est intéressante en ce qu'elle montre que la quantité de rayons chimiques contenue dans la lumière de Pyrophores est extrêmement faible et, par conséquent, que l'énergie employée à les produire est presque nulle.

L'actinomètre de M. E. Becquerel pourrait seul permettre de comparer, avec une précision suffisante, l'énergie perdue en rayons chimiques par cette source lumineuse avec celle qui échappe de la même manière dans les foyers connus ; mais, il

(1) En utilisant les rayons produits simultanément par cinq ou six Insectes, on peut obtenir des épreuves en deux minutes seulement.



serait impossible cependant d'obtenir une mesure absolue, puisque la relation qui existe entre la force électromotrice développée et l'intensité lumineuse n'est pas encore déterminée.

Action sur la chlorophylle. — A la lumière du jour, une solution éthérée de chlorophylle paraît d'un beau rouge grenat, quand elle est vue par réflexion, tandis qu'elle est d'un vert foncé quand on la regarde par transparence ; elle est, en un mot, dichroïque et présente, comme l'on sait, l'aspect des corps fluorescents ; avec la lumière des Pyrophores, il est impossible d'obtenir un effet analogue à celui que donne la lumière solaire.

Si l'on observe les foyers lumineux d'un Pyrophore au travers d'une ou plusieurs feuilles vertes, on remarque que les rayons qui s'en échappent les traversent facilement, même quand elles forment une assez grande épaisseur, sans subir de modification de teinte appréciable.

On pouvait se demander s'il n'était pas possible d'obtenir avec cette lumière la production de la chlorophylle dans les végétaux développés à l'obscurité et par conséquent dépourvus de substance verte; il eût été curieux, en effet, de voir une fonction végétale de premier ordre s'exécuter sous l'influence d'une manifestation vitale d'ordre animal agissant à distance, le mouvement animal se transformant ainsi en mouvement végétal.

Une vingtaine de Pyrophores furent enfermés pendant quatre jours dans une boîte contenant de jeunes pousses incolores de Cresson alénois et de Radis, un peu rougeâtres seulement dans certains points. L'intérieur de la boite était disposé de façon à ce que la lumière émise par les Insectes fut réfléchie vers les plantes et que la perte fut aussi faible que possible. Malgré ces précautions aucune trace de matière verte ne prit naissance, bien que l'éclairage fut supérieur à celui que fournissent les sulfures phosphorescents au moyen desquels M. Regnard (1) a pu obtenir le développement de la chlorophylle.

On sait d'ailleurs que ce sont les rayons dont les vibrations sont peu rapides qui favorisent le plus le développmeent de la chlorophylle, or ces rayons font presque complètement défaut dans le spectre des Pyrophores.

Fluorescence. — Les expériences de M. Stokes ont démontré la généralité de la loi suivante : les rayons qui déterminent l'ap-

(1) P. Regnard, *Influence des rayons phosphorescents et fluorescents sur la végétation.* Bull. de la Soc. de Biol., 1882.

parition de la lumière dans les substances fluorescentes ont une réfrangibilité plus forte que celle des rayons qu'ils produisent; en général, ce sont les radiations chimiques qui, absorbées par la substance fluorescente, se trouvent transformées en radiations lumineuses.

Nous savons déjà que la lumière des Pyrophores est dépourvue du pouvoir de déterminer l'apparition de la chlorophylle chez les végétaux et que, d'autre part, mise en présence d'une dissolution de cette substance dichroïque, elle ne donne pas naissance aux rayons rouges qui se montrent toujours sous une certaine incidence de la lumière du jour.

Cependant, malgré la pauvreté du spectre des Pyrophores en rayons lumineux très réfrangibles et en rayons chimiques, on peut déterminer parfois des phénomènes de fluorescence; ils se montrent d'une manière très nette, mais avec peu d'intensité, dans les dissolutions d'éosine, de fluorescéine et d'azotate d'urane; le résultat est négatif avec le sulfate de quinine et l'esculine.

Si la nature même du spectre indique que la lumière des Pyrophores ne peut pas donner naissance, en vertu de la loi de Stokes, à des phénomènes très accentués et très nombreux de fluorescence, il existe, en outre, une autre donnée physique dont il faut tenir compte. On sait que toute lumière qui a déjà traversé une substance fluorescente devient par cela même impropre à provoquer la fluorescence dans un second milieu fluorescent: or, tel est, ainsi que nous l'avons dit déjà, le cas des rayons qui émanent des appareils lumineux du Pyrophore.

La petite quantité de rayons très réfrangibles et de rayons chimiques dans le spectre, peut s'expliquer de la même manière, les uns et les autres se trouvant transformés en radiations éclairantes.

Phosphorescence. — De l'action des corps fluorescents doit être rapprochée celle des corps phosphorescents qui ne différeraient des premiers, d'après M. Becquerel, que par la persistance du phénomène lumineux.

On sait que diverses substances, certains sulfures calcaires, par exemple, jouissent de la propriété de devenir lumineux dans l'obscurité après avoir été impressionnés par la lumière. Si l'on projette le spectre solaire sur des bandes recouvertes de diverses matières phosphorescentes et que l'on examine dans l'obscurité les effets lumineux produits par les différents rayons

prismatiques, on remarque que le maximum d'action dépend de la nature des substances impressionnées. Mais, dans tous les cas, ce sont toujours les rayons chimiques les plus voisins du violet, les plus réfrangibles, par conséquent, qui donnent le maximum d'intensité. Les rayons calorifiques ont pour résultat d'activer et de continuer l'action des rayons chimiques.

Quinze Pyrophores bien lumineux furent enfermés, à l'entrée de la nuit, dans une boîte à parois formées de plaques très sensibles au sulfure de calcium préparées par M. Morel.

L'intérieur de la boîte était assez lumineux pour que l'on put voir facilement, dans l'obscurité, les objets extérieurs aussi bien qu'avec une veilleuse, grâce à la lumière traversant les parois de verre enduites de sulfure.

Au bout de deux heures aucun phénomène de phosphorescence ne s'était produit sur les plaques qui donnaient, après quelques secondes d'exposition à la lumière du jour, une belle lueur violette.

D'autres échantillons de sulfures calcaires préparés de façon à émettre, après exposition à la lumière solaire, des rayons rouge-orangé, verts, bleus, etc., n'ont donné naissance à aucun phénomène de phosphorescence, sous l'influence de la lumière des Pyrophores.

L'existence d'une notable quantité de rayons rouges dans le spectre des Pyrophores nous avait fait supposer que l'on pourrait peut-être arriver à décéler la présence de rayons infra-rouges par le procédé de M. E. Becquerel ; mais, pour les raisons indiquées plus haut, les résultats ont été négatifs, malgré les conditions de succès les plus favorables qui nous étaient offertes (1).

## § 7. — *Rayons calorifiques.*

Les rayons fournis par les douze appareils prothoraciques de six Pyrophores dirigés sur les ailettes d'un radiomètre très sensible que la lumière diffuse du jour pouvait mettre en mouvement, n'ont exercé aucune influence sur ce délicat instrument.

Dans l'obscurité complète du cabinet noir, l'approche de la main suffisait pour faire tourner les ailettes ; ce résultat ne doit

(1) Cette recherche a été faite dans le laboratoire de M. Becquerel, au Conservatoire des arts et métiers, avec l'obligeant concours de M. Peignot, préparateur.

pas surprendre, puisque l'on admet que ce sont les radiations calorifiques et non les radiations lumineuses qui sont transformées en mouvement rotatoire. Cette expérience nous indique déjà que les appareils lumineux des six Pyrophores placés à une très petite distance du radiomètre, laissent échapper moins de rayons calorifiques que la paume de la main placée à une distance de quinze à vingt centimètres.

Cependant, la présence de rayons rouges dans le spectre lumineux de nos Insectes pouvait faire supposer que les rayons éclairants étaient accompagnés d'une notable quantité de rayons calorifiques.

La recherche de ces rayons calorifiques a été faite dans le laboratoire de physique de M. le Professeur Desains à la Sorbonne, avec le concours de notre collègue M. Ledeboèr.

L'appareil se composait d'une pile thermo-électrique de Melloni très sensible et bien isolée, sans cornet, en communication avec un galvanomètre à réflexion.

Dans une première série d'essais préliminaires, un Pyrophore bien éclairant, fixé sur un bouchon de liège dont la température propre n'exerçait aucune action sur la pile, était placé à chaque détermination, à une distance de trois centimètres environ de l'ouverture de la pile : le bouchon était tenu à la main au moyen d'une tige de bois de soixante centimètres de longueur environ qui permettait d'agir à distance.

Chaque fois que l'on présentait à la pile la partie du prothorax portant les appareils lumineux, l'aiguille du galvanomètre subissait une déviation. Cette déviation était extrêmement faible et, dans six déterminations successives, elle n'excéda pas neuf dixièmes de degré, déplacement indiquant une quantité de chaleur presque insignifiante, étant donnée l'exquise sensibilité de l'appareil.

Ces déviations étaient toujours de même sens, mais elles n'avaient pas la même amplitude.

On pensa qu'il était nécessaire, pour obtenir un résultat significatif, de disposer l'expérience de telle façon que les rayons de l'appareil lumineux vinssent toujours frapper la surface sensible de la pile suivant une même direction et de manière à ce que l'animal fût toujours à la même distance de l'ouverture de la pile.

A cet effet, on construisit un appareil qui permettait en outre de tourner, tantôt la face dorsale prothoracique d'où venait la lumière, tantôt le support de liège, du côté de la pile.

Cet appareil comprenait :

1° Une pile thermo-électrique et un galvanomètre très sensibles ; la pile, inclinée de 45° dans la direction des faisceaux principaux lumineux, était complètement isolée.

2° Un pivot de bois vertical traversant, selon son axe principal, un cylindre de liège creusé d'une gouttière dans laquelle était fixé l'animal. Ce pivot, entraînant dans son mouvement de rotation le bouchon et l'Insecte, était mu par une poulie à gorge horizontale placée à son extrémité inférieure. Le support de liège était maintenu à une distance de 1/2 centimètre de la pile.

3° Une deuxième poulie, de même diamètre, fixée sur le même support horizontal à un mètre cinquante centimètres de la première, était mue par une manivelle : le mouvement imprimé à cette poulie était transmis à la poulie du pivot par un fil de soie. On pouvait ainsi, de loin, faire exécuter au bouchon qui portait l'Insecte une rotation suffisante pour présenter à la pile soit l'Insecte, soit la surface du support par quelque point que ce fût.

4° Une pile en communication avec un chariot de Dubois Reymond était mise en rapport avec la face ventrale de l'Insecte par deux fils de platine pénétrant dans le bouchon et venant émerger dans le fond de la gouttière; on pouvait ainsi exciter, à distance, l'Insecte sans avoir à craindre aucune influence étrangère.

Dans chaque détermination, la mise au zéro de l'aiguille du galvanomètre était obtenue en amenant la surface du bouchon opposée à la face dorsale de l'Insecte en face de la pile. Dans ces conditions, on nota les résultats suivants :

1° Quatre déterminations successives donnèrent, en présentant la face prothoracique dorsale, les appareils étant lumineux, des déviations, de même sens, d'une valeur de 1°8, 2°7, 1°8, 1° (moyenne 1°8) de l'échelle du galvanomètre).

2° L'aiguille du galvanomètre étant immobile et l'appareil éclairant étant en face de la pile, on fit passer le courant électrique : l'Insecte fit quelques mouvements et l'éclat de l'appareil lumineux fut un peu augmenté : l'aiguille du galvanomètre accusa, dans deux essais successifs, des déviations de 0°2 et 0°4 (moyenne 0°3), de même sens.

3° Les appareils lumineux ayant été obturés à l'aide de boulettes de cire opaques, la face non lumineuse du prothorax fut présentée à l'ouverture de la pile: on observa, dans deux opérations, des déplacements, de même sens, de 1° et de 0°9.

4° L'Insecte étant maintenu en face de la pile, on fit à l'aide de

celle-ci trois excitations successives : on nota les déviations suivantes : 0°3, 0°4, 0°3 (moyenne 0°33).

5° Les boulettes de cire étant enlevées et l'Insecte étant lumineux, la déviation produite fut de 1°8 exactement. Cette dernière détermination établit qu'il n'y a pas eu d'épuisement de l'Insecte pendant l'expérience.

De l'ensemble de ces expériences, on peut tirer les conclusions suivantes :

α. Les appareils prothoraciques et la surface du prothorax laissent échapper une quantité de chaleur rayonnante capable de produire une déviation moyenne de 1°8 (1).

β. L'augmentation de la quantité de chaleur dégagée par la surface dorsale prothoracique (parties obscures et lumineuses), sous l'influence de l'excitation électrique, ne dépasse pas 0°3, en moyenne.

γ. Les parties obscures du prothorax dégagent une quantité de chaleur produisant une déviation égale à la différence des moyennes des expériences n° 1 et n° 3, c'est-à-dire équivalente à 0°85, ce qui réduirait la valeur de la déviation due aux rayons calorifiques obscurs, accompagnant les rayons lumineux, à 0°95.

δ. L'augmentation de la chaleur rayonnée par le prothorax et les appareils lumineux, paraît due à l'exagération de calorification dans toute cette partie de l'Insecte.

En résumé, si l'on considère qu'avec un instrument, comme celui dont nous nous sommes servi, on peut obtenir un véritable affolement de l'aiguille sous l'action de variations de température qui échappent à notre sensibilité, on doit considérer comme à peu près nulle la quantité de chaleur rayonnée par les foyers lumineux de l'Insecte, surtout si l'on veut bien, par la pensée, établir une comparaison entre la chaleur produite par les organes et le dégagement de calorique qui accompagne la flamme d'un petit bec de gaz d'une intensité éclairante égale.

Ajoutons que deux aiguilles thermo-électriques, dont l'une était appliquée sur l'appareil ventral, tandis que l'autre était promenée sur tous les points du corps, n'ont indiqué aucune différence notable de température entre les diverses régions. De plus, les aiguilles étant maintenues dans deux points fixes, l'une

(1) Il ne faut pas oublier qu'une déviation aussi faible, avec un appareil aussi sensible que celui dont nous avons fait usage, n'indique qu'une quantité infinitésimale de chaleur rayonnée.



sur la plaque ventrale, l'autre à la partie postérieure de l'abdomen, sous les ailes, il ne s'est produit aucun changement appréciable, au moment où l'appareil lumineux ventral a cessé de briller.

Ces derniers résultats concordent avec ceux qui ont été obtenus par M. Maurice Girard, sur les Lampyres (1) ; mais, ainsi que l'a fait remarquer cet auteur, il était nécessaire de se livrer à de nouvelles recherches sur des Insectes plus lumineux que les Lampyres afin d'élucider complètement ce point intéressant de la calorification animale.

## § 8. — *Electricité.*

Les expériences précédentes ne suffisent pourtant pas à établir que toute l'activité moléculaire existant dans l'appareil éclairant, au moment où il devient brillant, est employée à produire des rayons lumineux ; d'ailleurs, l'idée émise par quelques auteurs que la lumière animale pouvait bien être un phénomène électrique, nous imposait le devoir de rechercher avec soin si quelque manifestation électrique particulière prenait naissance dans les organes lumineux.

Nous avons reconnu qu'il n'existait aucune différence mesurable de potentiel entre l'appareil lumineux et les autres parties du corps.

La recherche a été faite au moyen de l'électromètre capillaire de M. Lippmann, une goutte d'eau étant placée sur l'appareil lumineux prothoracique et une autre sur le prothorax, sur la ligne médiane (2).

(1) Maurice Girard, *Sur la chaleur libre dégagée par les animaux invertébrés et spécialement les Insectes.* Paris, 1869.

(2) *Remarque.* — Les électrodes du même instrument appliquées l'une sur la plaque ventrale, l'autre sur la face opposée du corps de l'Insecte et dans les points circonvoisins, nous n'avons pu noter que de très légers déplacements du ménisque de la colonne mercurielle, mais les déplacements n'offraient pas une valeur suffisante pour qu'il fut permis d'en tirer une conclusion positive. Cependant, comme ces légères variations se faisaient dans le même sens et quoiqu'elles pussent être dues à des causes étrangères, on se demanda si elles n'étaient pas déterminées par une combustion lente s'opérant au niveau de l'organe lumineux. Dans tous les cas, cette action chimique se serait produite aussi bien quand l'organe était lumineux que lorsqu'il était éteint ; car, la déviation était manifeste dans les deux cas, au moment où on appliquait l'électrode sur le foyer ventral.

Ces déplacements se faisaient toujours dans le sens négatif.

Comme on sait d'ailleurs que cet appareil accuse $\frac{1}{10.000}$ de volt, on peut dire qu'il n'existe pas de différence supérieure à cette valeur.

L'existence d'un courant fut également recherché avec soin dans le laboratoire de M. d'Arsonval, au moyen d'un électromètre assez sensible dont les fils conducteurs étaient munis d'électrodes impolarisables et trempées préalablement dans l'eau salée. On ne put décéler aucune trace de courant alors que les mêmes électrodes placées sur la langue donnaient lieu à de très sensibles déplacements dans la position de l'aiguille du galvanomètre.

Nous avions un instant songé à introduire des aiguilles dans le sein même des appareils lumineux et dans les autres points du corps pour interroger les parties profondes. Mais, dans ce cas, les désordres produits par cette opération auraient pu causer des perturbations susceptibles de donner lieu à des conclusions erronées (1).

Il nous restait à rechercher si les organes lumineux pouvaient exercer quelqu'action sur l'électroscope.

M. Bourbouze se proposait de son côté, et sans que nous nous soyons concertés, de faire la même recherche sur des Lampyres.

L'expérience fut faite dans le laboratoire de M. Bourbouze qui voulut bien se charger de l'exécuter.

On se servit d'un électroscope à feuilles d'or très sensible, mais il ne donna aucune indication pouvant faire supposer l'existence d'un état électrique agissant par influence.

(1) On fit la contre-expérience suivante :

Dans une petite capsule de porcelaine à combustion, d'une longueur de quatre centimètres sur six millimètres de largeur, nous avons coulé une gelée de colle du Japon donnant une résistance à peu près analogue à celle que peut présenter le contenu du corps d'un Insecte. Sur un point de la surface de cette gelée, nous avons placé un très petit fragment de phosphore ordinaire. A l'autre extrémité de la capsule plongeait une électrode de platine. Au moyen du second conducteur terminé par un fil de platine, on pouvait toucher le petit fragment de phosphore. Or, chaque fois que le contact était établi, un courant assez constant se manifestait avec une intensité véritablement remarquable, s'élevant à des fractions de volt. Ce courant était de sens contraire à celui qui était accusé par l'Insecte et ce dernier, en raison de sa faiblesse extrême, ne pouvait être comparé au premier.

Ainsi donc, un très petit fragment de phosphore s'oxydant à l'air libre donnait des résultats diamétralement opposés à ceux que fournissait l'organe lumineux de l'Insecte.



Il est dès lors bien démontré que toute l'énergie extériorée par l'Insecte est convertie en lumière, c'est ce qui explique comment ces petits êtres peuvent produire des effets aussi intenses avec une dépense presque insignifiante, ainsi que nous le verrons ultérieurement.

On est frappé des relations qui existent entre ces résultats expérimentaux et cette donnée physique théorique, qu'un corps qui absorberait les rayons chimiques et calorifiques obscurs, en renvoyant tous les rayons colorés, paraîtrait vert clair (1). Telle est en effet la propriété si remarquable des organes lumineux du Pyrophore dont la lumière est, comme nous l'avons dit, d'un beau vert clair.

---

## CHAPITRE II.

### INFLUENCE DES AGENTS MÉCANIQUES ET PHYSIQUES SUR LA PRODUCTION DE LA LUMIÈRE.

#### § 1. — *Action des agents extérieurs agissant mécaniquement.*

Les Pyrophores se prêtent mieux que les autres Êtres lumineux à la recherche de l'influence que peuvent exercer les agents extérieurs, agissant à titre d'excitants mécaniques, sur la production de la lumière.

La difficulté, que présente une semblable étude sur nos Lampyres indigènes, est telle qu'il ne nous a pas été permis de formuler dès à présent les conclusions précises à leur sujet. Les expériences que nous avons faites sur ces Insectes nous ont montré seulement la nécessité de procéder à de nouvelles investigations pour expliquer les divergences d'opinion des principaux observateurs.

D'ailleurs, chez la larve, chez la nymphe, ainsi que chez l'Insecte parfait, il existe des particularités qui ne sont pas moins importantes à signaler que celles qui tiennent à la différence des sexes, des genres et des espèces.

(1) A. de Rochas, *Le rayon vert et l'équerre chromatique.* La Nature, p. 115, 13me année, 1885.



Chez les Pyrophores, au contraire, nos recherches ont établi qu'à toutes les périodes du développement, les chocs, les ébranlements mécaniques avaient pour effet immédiat de provoquer ou d'activer la production de la lumière, qu'il s'agisse de l'œuf, de la larve ou de l'Insecte parfait, à l'état normal. Pourtant, les excitations mécaniques cessent de déterminer la lumière, par suite de l'épuisement et de la fatigue qu'elles produisent, si elles sont trop souvent répétées, ou bien, si l'on exagère la durée et l'intensité de leur action.

L'extinction de la lumière par épuisement peut être mise en évidence par l'expérience suivante :

On place des Pyrophores dans un flacon de verre cylindrique fixé horizontalement à l'extrémité de l'un des rayons d'une roue tournant dans un plan vertical, de façon à ce qu'il soit animé d'un mouvement excentrique, l'axe du flacon ne se confondant pas avec le prolongement de l'axe de rotation de la roue.

Dans ces conditions, les Insectes sont projetés sur la paroi du flacon avec une violence et une rapidité qui varie avec celle de la marche du moteur.

Si l'on imprime à la machine une vitesse de 60 tours par minute, les Insectes subissent l'influence de soixante chocs successifs d'une intensité toujours la même, à des intervalles de temps égaux, soit un choc par seconde.

Dans ces conditions, au bout de deux ou trois heures, les chocs ne produisent plus l'apparition de la lumière; tous les Insectes contenus dans le flacon sont éteints, les uns ayant déjà cessé de briller longtemps avant les autres selon le degré de résistance qui varie d'ailleurs avec chaque Insecte. Cependant, ces petits animaux peuvent encore exécuter des mouvements, et la sensibilité générale ne paraît pas profondément atteinte.

Si l'on prolonge l'expérience, on constate, après avoir immobilisé l'appareil, qu'aucune excitation nouvelle ne peut faire reparaître la lumière : celle-ci ne se montre spontanément qu'au bout d'un espace de temps fort long dont la durée peut atteindre 12, 24 ou 36 heures, selon que les Insectes sont restés plus ou moins longtemps soumis à l'influence des chocs.

A l'état normal, il suffit de promener à la surface des téguments un pinceau de blaireau ou les barbes d'une plume pour voir aussitôt la lumière apparaître dans les organes prothoraciques.

Ce résultat est obtenu, quel que soit le point du corps touché. Cependant, l'action est plus vive sur les bords de l'abdomen et

principalement à l'extrémité du corps, du côté des armures génitales ; il n'est même pas nécessaire de toucher le tégument, mais seulement les poils dont il est parsemé et qui jouent là le rôle d'appareils tactiles.

La plaque ventrale, touchée directement, s'illumine de même que les plaques thoraciques, mais plus difficilement cependant : celles-ci réagissent encore sous l'influence du plus léger attouchement quand, au moyen d'un scalpel, on a enlevé la petite calotte de chitine transparente qui les protège.

Les organes lumineux, séparés du corps de l'Insecte, donnent une lumière un peu plus vive lorsqu'on les frappe légèrement avant leur extinction complète. On peut, de la même manière, faire reparaître, mais pour un temps très court, la lumière dans des organes qui sont éteints depuis peu.

Les tractions exercées sur l'organe produisent le même résultat. Si l'on saisit avec une pince l'extrémité du pinceau musculaire qui se rend aux appareils prothoraciques, ce qui est facile après que l'on a séparé le prothorax du mésothorax par arrachement, on voit aussitôt le phénomène lumineux se produire : on peut répéter l'expérience un assez grand nombre de fois, et toujours on obtient le même résultat.

Le renversement forcé du prothorax en arrière fait de même reparaître la lumière dans les appareils prothoraciques qui ne répondent plus aux excitations périphériques, tandis que le mouvement contraire l'éteint aussitôt. On peut ainsi, en fléchissant le prothorax fortement, tantôt en avant, tantôt en arrière, obtenir une série de manifestations lumineuses et d'extinctions alternantes.

Une pression assez forte exercée sur l'abdomen ou sur le thorax fait de nouveau briller les appareils éteints soit par les toxiques, soit par épuisement.

Sur un Pyrophore qui avait été empoisonné, on put faire un certain nombre de fois de suite l'observation suivante : Quand on exerçait une pression sur l'abdomen, la lumière apparaissait dans la plaque ventrale et disparaissait dans les plaques thoraciques qui étaient restées lumineuses après la mort ; inversement, quand on cessait d'exercer une pression dans ce point, au moment même où la pression cessait, la lumière se montrait dans les appareils prothoraciques et s'éteignait dans la plaque ventrale. Mais, en général, la pression sur l'abdomen n'a d'action que sur la plaque ventrale ; il n'est pas nécessaire, pour que l'effet se

produise, que cet appareil soit comprimé en même temps que l'abdomen; au contraire, l'effet indiqué acquiert son maximum d'intensité quand la pression est exercée seulement avec la pulpe du pouce sur les trois derniers segments de l'abdomen. Ce résultat peut être obtenu, même après la section de la chaîne ganglionnaire, opérée sur plusieurs points, à la condition que les téguments ne soient pas trop largement ouverts. Nous n'insistons pas davantage, parce que nous aurons l'occasion d'étudier le mécanisme de cette action à propos du rôle des muscles et de la circulation dans la fonction photogénique.

Le pincement de la chaîne ganglionnaire exercé, en divers points, immédiatement après l'ouverture de la cavité générale, peut provoquer une légère exagération de la lumière tant qu'elle persiste; mais, dès qu'elle est éteinte, cette excitation mécanique est impuissante à la ranimer: elle provoque seulement quelques mouvements incoordonnés des pattes.

Sur un Insecte entier, normal, on peut dire que toutes les excitations mécaniques agissant à la périphérie provoquent la lumière ou exagèrent son intensité. Si l'Insecte n'est pas épuisé, soit par la fatigue, soit par la maladie, il est impuissant à dominer ce résultat immédiat de l'excitation qui dénonce sa présence alors même qu'il cherche à se soustraire aux poursuites dont il est l'objet. On ne peut mieux comparer l'état lumineux qu'à l'état de veille et l'état d'extinction qu'à celui du sommeil: quoi que l'on fasse, on ne peut pas, dans le sommeil normal, se soustraire au réveil qui peut toujours être provoqué par une excitation mécanique extérieure.

Toutefois, en dehors des excitations périphériques et de tout mouvement extérieur apparent, la lumière peut se montrer; de même, le mouvement peut se produire spontanément sans lumière. L'Insecte peut, par exemple, se mettre en marche sans que pour cela la faculté éclairante se manifeste; on peut même dire que c'est ainsi que les choses se passent ordinairement lorsque l'Insecte marche dans un endroit fortement éclairé.

Les larves, ainsi que nous l'avons vu, sont pourvues d'un appareil lumineux, alors qu'elles sont encore contenues dans l'œuf. Elles réagissent de la même manière que l'Insecte parfait sous l'influence des excitations mécaniques.

Dans les détritus de bois pourri où elles habitent, leur recherche serait des plus difficiles au moment même ou peu de temps après leur éclosion, si le froissement des téguments par les particules

de bois que l'on déplace avec précaution n'avait pour effet de les faire briller. Leur couleur blanc-grisâtre, leur petite taille, le peu de lumière qu'elles produisent, leur permet d'échapper facilement pendant le jour ; mais, dans l'obscurité, leur éclat les dénonce et l'on peut s'en emparer alors facilement.

Quand on remue doucement le bois pourri où vivent ces larves, on le voit se couvrir tout à coup de constellations brillantes du plus bel effet et l'on est surpris qu'une aussi belle lumière puisse être produite par des êtres dont le corps entier ne mesure souvent pas plus de deux millimètres de longueur; mais, si le mouvement cesse, la lumière ne tarde pas à s'éteindre et tout rentre dans l'obscurité.

On peut facilement exciter la luminosité des larves placées sur le porte-objet du microscope en les touchant légèrement avec un fragment de papier. C'est là un des moyens que nous avons employés pour fixer le siège de l'organe lumineux.

C'est en procédant de même que pour la recherche des larves que nous avons pu le premier découvrir des œufs de Pyrophore qui partagent, comme l'on sait, avec la larve, le pouvoir de briller spontanément.

Le choc a la propriété d'exagérer la luminosité de l'œuf; aussi avions-nous pensé tout d'abord que ce phénomène était dû à la présence d'une larve dans l'œuf; il n'en est rien, car tout se passe de même dans les œufs non segmentés. On peut donc admettre que l'ébranlement moléculaire suffit à exciter la lumière chez le Pyrophore qui, à cette phase de son développement, n'est encore qu'à l'état de protoplasma non différencié. Sous ce rapport, la production de la lumière chez l'Insecte offre la plus grande analogie avec ce qui se passe chez le Noctiluque. Aussi pouvons-nous dire, dès à présent, que, dans ce groupe d'Invertébrés, l'intervention des systèmes nerveux, respiratoire, musculaire ou circulatoire différenciés ne constitue pas une condition nécessaire à l'exercice de la fonction photogénique, même sous le rapport de l'influence des excitants mécaniques extérieurs sur la luminosité.

Action des mouvements vibratoires. — Pour rechercher l'influence des vibrations rapides sur la production de la lumière, nous avons placé des Pyrophores dans une petite cuvette cylindrique de verre mince qui était fixée à l'aide de la cire à modeler à l'extrémité d'un diapason dont les vibrations étaient entretenues à l'aide d'un électro-aimant.

Dans une première expérience, on se servit d'un diapason donnant deux cent cinquante vibrations doubles par minute. Le son du diapason était en grande partic supprimé par la présence de la petite cuvette de verre placée à l'extrémité d'une des branches. Quand le diapason entrait en vibration par le passage du courant électrique, très rapidement on voyait la lumière baisser, puis s'éteindre dans les foyers prothoraciques; mais elle reprenait presqu'aussitôt son intensité ordinaire quand les vibrations cessaient. L'effet produit dans ces conditions ne peut être attribué qu'à l'ébranlement mécanique, puisque le son qui se produit dans les circonstances ordinaires était aboli. L'expérience fut répétée un certain nombre de fois en présence de M. d'Arsonval dans le laboratoire du Collège de France.

J'ai cherché à obtenir le même résultat avec un diapason donnant seulement cent vibrations par minute; mais je n'ai rien vu de semblable : il y avait plutôt de l'excitation.

La rapidité des vibrations paraît donc ici jouer un rôle prépondérant; l'influence des sons proprement dits sera étudiée à propos des relations des organes des sens avec la production de la lumière.

### § 2.— *Action du froid et de la congélation.*

En soumettant à l'action du froid des Lampyres vivants, Macaire a constaté que la lumière de ces Insectes diminuait peu à peu et s'éteignait lorsque la température était descendue à environ douze degrés centigrades; ces animaux mouraient à 0°, mais il suffisait de réchauffer leur corps à 30° ou 32° pour les voir briller de nouveau (1).

Matteucci (2) a trouvé quelques différences entre les résultats obtenus par Macaire et ceux qui proviennent de ses propres expériences dans lesquelles il soumettait de la même manière des Vers luisants au refroidissement. Le tube contenant les Insectes était placé au milieu de la glace et, au bout de quinze à vingt minutes, ils brillaient encore; seulement la lumière était plus faible et sans intermittences. Les Vers luisants retirés du tube et placés

(1) Macaire, Ann. de chim. et de phys., XVII, p. 257, 1821.

(2) Matteucci, *Leçons sur les phénomènes des corps vivants*, éd. franç. Parsi, 1847, p. 154.



sur la main redevenaient brillants comme avant : le même phénomène se reproduisait en opérant de la même manière sur les derniers segments lumineux. Le tube contenant les Insectes lumineux fut placé dans un mélange frigorifique : le thermomètre plongé dans ce mélange marquait — 5° Réaumur (— 6° 25 C); après huit à dix minutes, ils cessaient de briller et paraissaient privés de mouvement : retirés et placés sur la main, ils reprenaient la vie et la lumière. Si, pendant que les Insectes sont ainsi maintenus dans ce tube refroidi à — 5° R, on vient à rompre les segments avec un fil métallique terminé en pointe, il n'apparaît plus qu'une lumière passagère et très faible. D'ailleurs, ajoute Matteucci, les segments isolés ou leur matière lumineuse cessent de briller à — 5° R. La matière lumineuse ainsi refroidie est susceptible de redevenir brillante si on la réchauffe, mais pour un instant seulement : avant de s'éteindre, elle passe comme à l'ordinaire au rouge, si la chaleur employée pour la réchauffer a été assez forte.

Des expériences que nous avons faites pour rechercher l'influence du refroidissement chez les Cucujos, il résulte que la soustraction du calorique peut produire des effets différents selon qu'elle est plus ou moins rapide, plus ou moins considérable ou bien qu'elle agit soit sur l'animal entier soit sur l'organe isolé.

Quand les Élaters lumineux ont à lutter contre une température inférieure à celle du milieu pour lequel ils sont adaptés et dans lequel s'exercent normalement leurs diverses fonctions, ils ne tardent pas à tomber dans un état de torpeur, de somnolence pendant lequel on n'obtient que difficilement une faible lueur par les excitants ordinaires.

Quand la température du milieu ambiant se maintient pendant quelque temps au-dessous de 15° à 16° C, ils ne tardent pas à succomber, et l'on voit la fonction photogénique s'éteindre avant les manifestations motrices ou sensitives, comme cela s'observe d'ailleurs dans d'autres conditions de misère physiologique, telles que l'inanition, le dessèchement, etc.

Chez les Insectes qui ont été tués par ce procédé, on ne peut pas ranimer la lumière aussitôt après la mort, comme on le fait après une mort violente provoquée soit par un toxique, soit par un procédé physique ou mécanique proprement dit.

Dans ces conditions de misère physiologique causées par le séjour dans un milieu trop froid, il peut arriver, ce que j'ai constaté souvent dans d'autres circonstances, qu'un des deux appa-

reils s'éteigne longtemps avant l'autre : c'est d'ordinaire l'appareil gauche qui résiste le plus longtemps; mais, si l'expérience est prolongée, les deux appareils s'éteignent définitivement et l'Insecte ne tarde pas à mourir. Le résultat obtenu est donc diamétralement opposé à celui que l'on observe quand la mort est produite par une cause mécanique ou physique violente, car nous verrons plus tard que souvent dans ces conditions la luminosité survit aux autres manifestations vitales.

Mais, par le refroidissement appliqué d'une autre manière, on peut suspendre momentanément l'exercice de la faculté photogénique : elle peut disparaître alors après les autres manifestations vitales extérieures (sensibilité, motilité) ; dans ce cas, elle ne subsiste pas longtemps. Si l'action du refroidissement a été progressive et assez rapide, on peut voir la sensibilité et les mouvements disparaître avant la lumière : les causes de son extinction ne sont donc plus de même ordre que celles qui résultent d'un refroidissement très lent, ou, pour mieux dire, de la nécessité de lutter contre un milieu dont la température est trop basse par rapport à celle des régions équatoriales.

L'ordre suivant lequel s'opère la disparition ou l'apparition de la faculté lumineuse par rapport aux autres fonctions, selon le mode de refroidissement, sont du plus haut intérêt, comme nous le verrons plus tard, pour expliquer le mécanisme de la fonction photogénique.

L'expérience suivante montre les différentes phases que traverse un Pyrophore pendant le refroidissement rapide.

Expérience. — 4 h. 2 m. du soir. — On introduit un Pyrophore femelle dans un flacon de verre où il peut se mouvoir facilement. Le flacon est plongé dans de la glace fondante, et la température de l'air qu'il renferme est de $+ 1°$ C. A peine introduit dans le flacon, l'Insecte se met à marcher rapidement en tournant de gauche à droite, il est très lumineux ; renversé sur le dos, il retrouve sa position normale au moyen d'un vigoureux mouvement de détente de l'appareil du saut.

4 h. 5 m. — L'Insecte placé de nouveau sur le dos est incapable de sauter et par conséquent de retrouver sa position normale, les plaques abdominales et dorsales sont brillantes, mais déjà les excitations mécaniques sont incapables d'augmenter leur éclat.

4 h. 6 m. — L'Insecte est remis sur ses pattes au moyen d'une tige mobile pénétrant dans le flacon, mais on constate que les mouvements sont lents et difficiles.

4 h. 8 m. — Les plaques sont encore lumineuses, mais leur éclat a diminué et des chocs violents de la baguette excitatrice sont impuissants à en ranimer l'éclat.

4 h. 9 m. — On ne constate plus que quelques mouvements très faibles, comme spasmodiques, des extrémités des pattes et des antennes : la lumière continue à baisser.

4 h. 10 m. — Toute apparence de mouvement a disparu : on ne peut les déterminer par voie réflexe; cependant les appareils brillent encore, quoique faiblement.

4 h. 11 m. — L'extinction est complète : même dans l'obscurité, les appareils ont une teinte jaunâtre comme dans le sommeil.

4 h. 17 m. — L'Insecte est retiré du flacon et placé sur une table de bois (température extérieure = 25° C) ; au bout de quelques secondes, on peut provoquer par le choc de légers mouvements dans les antennes, les mâchoires, la patte droite, puis la gauche.

4 h. 18 m. — A la suite d'un choc, la lumière reparaît dans les plaques thoraciques d'abord à droite, puis presqu'immédiatement après à gauche, mais elle est peu éclatante, croît lentement et s'éteint rapidement.

4 h. 20 m. — Les mouvements provoqués se montrent dans la troisième paire de pattes, puis presqu'aussitôt dans la plaque ventrale.

4 h. 22 m. — Il n'y a pas encore de mouvements spontanés d'ensemble; seules les antennes reployées en dessous exécutent quelques mouvements très faibles, saccadés, évidemment spasmodiques; les plaques dorsales sont faiblement lumineuses et le choc augmente leur éclat.

4 h. 34 m. — On plonge l'Insecte pendant quelques secondes dans de l'eau à 35° C; aussitôt, il retrouve simultanément les mouvements d'ensemble et son intensité lumineuse ordinaire.

Cette expérience, qui a été plusieurs fois répétée, montre que le système musculaire peut être profondément atteint et que ses manifestations extérieures peuvent être même complètement abolies un peu avant que la lumière soit éteinte. Cependant, il est bien évident qu'il existe une étroite corrélation entre le libre exercice de la musculature et la production de la lumière, puisque ces deux manifestations diminuent ou s'accroissent presque parallèlement sous l'influence du refroidissement ou du réchauffement. On peut en dire autant de la sensibilité, mais elle paraît être abolie longtemps avant la faculté photogé-

nique, ce qui indiquerait qu'elle n'a aucune action directe sur sa mise en activité propre. On ne peut admettre que la sensibilité persiste, et que l'engourdissement des muscles l'empêche de se manifester, car il se produit encore quelques mouvements musculaires alors que l'éclat lumineux ne peut être exagéré par les excitants mécaniques de la sensibilité portés à la périphérie. On peut en conclure que les nerfs sensitifs n'ont pas d'action directe sur la luminosité. Ajoutons que lors du réchauffement de l'Insecte, la lumière s'est manifestée très faiblement, il est vrai, dans les plaques prothoraciques, ainsi que l'exagération de son éclat sous l'influence d'un choc, alors qu'aucun mouvement volontaire spontané ne s'était produit.

Tels sont les effets du refroidissement brusque s'exerçant dans des limites compatibles avec la vie.

Mais, on peut se demander ce que devient la faculté photogénique après que la congélation a détruit complètement et définitivement la vitalité des tissus.

Des tubes de verre ayant été placés dans un mélange frigorifique de glace pilée et de sel et les thermomètres placés dans ces tubes marquant — 15° C, on y jeta brusquement des Pyrophores. Dans ces conditions de refroidissement brusque et violent, la luminosité ne cessa pas complètement. Je l'ai vue se maintenir pendant plus de vingt minutes, alors que les Insectes étaient gelés et cassants. On pouvait observer le même phénomène sur des organes lumineux qui, préalablement séparés du corps des Insectes, y avaient été placés en même temps que les Pyrophores entiers. Il est vrai que la luminosité était faible, mais elle était parfaitement perceptible, alors que dans l'expérience précédente elle s'était complètement éteinte à une température de + 1° C. On eût dit que la lumière avait été gelée, fixée, saisie brusquement et emprisonnée dans la glace. Il nous a même semblé que sous l'influence de ce froid intense, les lueurs phosphorescentes qui se produisaient sur les parois du tube dans les points touchés par la substance lumineuse persistaient plus longtemps qu'à la température ordinaire.

Quand la température s'élevait dans les tubes retirés du mélange réfrigérent, la luminosité augmentait rapidement d'intensité pour reprendre son éclat moyen vers — 4° C.

Les Insectes étaient tués par cette basse température et leurs fibres musculaires ne répondaient plus à l'excitation électrique.

Cependant, on pouvait plusieurs fois de suite recommencer

l'expérience : quatre fois en une heure, on put ainsi geler et dégeler les Insectes entiers ainsi que les plaques et chaque fois les résultats observés furent de même ordre.

Il était important de rechercher si les agents qui jouent un rôle essentiel dans la production de la lumière résisteraient aux froids intenses que l'on peut obtenir par l'évaporation rapide d'un mélange d'acide carbonique solide et d'éther dans le vide de la machine pneumatique. L'expérience fut faite dans le laboratoire de M. Ducretet.

Un Pyrophore introduit dans un tube de verre fermé fut exposé à une température inférieure à — 100° C et maintenu dans ce milieu pendant un quart d'heure. Au moment même où le tube, débarrassé du givre dont il était recouvert, devenait assez transparent pour laisser voir l'Insecte, on pouvait constater qu'il était lumineux. L'ayant retiré du tube on put le briser en fragments comme un morceau de glace et remarquer, dans la cavité générale, la présence de petits glaçons. Le givre qui couvrait le tube nous a empêché de voir si, à un moment déterminé, la lumière disparaissait complètement.

Des œufs de Lampyre, récemment pondus et bien lumineux, furent enfermés dans un tube qui fut plongé dans un mélange réfrigérant produisant un froid de — 15° C ; leur luminosité disparut rapidement, mais elle reparut toutes les fois que le thermomètre placé dans ce tube retiré du mélange frigorifique indiquait une température de — 3° à — 4°. L'expérience put être renouvelée un certain nombre de fois consécutivement, et toujours le résultat fut identique (1).

Le phénomène essentiel de la production de la lumière est bien évidemment, dans de telles conditions, indépendant de toute action nerveuse et musculaire : on ne saurait invoquer non plus l'intervention plus ou moins active d'une respiration trachéenne ou cellulaire.

Peut-on, après la mort, prolonger au-delà des limites ordinaires l'existence de la lumière dans les tissus qui la produisent ? C'est là une question à laquelle nous ne pouvons répondre avec certitude. Des expériences, que nous nous proposons de faire ultérieurement, nous permettront d'élucider complètement ce point si intéressant du problème qui nous occupe.

(1) D'après Spallanzani et M. Balbiani, le contenu des œufs d'Insectes peut rester fluide même à la température de — 30° C (voir 2e part., chap. VI).

### § 5. — *Action de la chaleur.*

Nous avons vu que chez des Insectes entiers, même dans des appareils isolés, l'action d'un refroidissement brusque et considérable pouvait suspendre toute manifestation physiologique sans éteindre définitivement la luminosité et que la lumière pouvait reprendre, dans des organes congelés, son intensité primitive lorsque la température s'élevait de — 15° à — 4° : dans ces conditions, le retour de la lumière vers son intensité première paraît dû uniquement à la cessation de la congélation par élévation relative de la température. Au contraire, nous avons constaté qu'en maintenant un Insecte entier dans un milieu dont la température est voisine de 0° et en ne prolongeant pas trop le refroidissement, on pouvait suspendre ou diminuer considérablement l'activité de la fonction photogénique sans détruire toutefois la vitalité de l'Insecte et qu'alors, le meilleur moyen pour faire reparaître la lumière consistait à plonger cet animal engourdi et éteint dans un bain à 30 ou 35°.

Dans ce dernier cas, comme dans le précédent, on peut donc dire que la chaleur est un excitant de la luminosité, ce qui est exact, à la condition toutefois qu'elle exerce son action dans de certaines limites qu'il faut bien se garder de franchir, ce qui prouve une fois de plus que le mot *excitant*, dont on fait un si grand usage en physiologie, n'a qu'une valeur relative.

En effet, la chaleur qui tout à l'heure ranimait l'activité du foyer lumineux, va maintenant en effacer l'éclat sans atteindre cependant un degré d'intensité incompatible avec la vie de l'Insecte.

Expérience. — 10 h. — On place un Pyrophore femelle dans une étuve dont la température est de 36° ; les plaques dorsales sont lumineuses.

10 h. 5 m. — Alternatives d'éclairage et d'extinction : quand les plaques dorsales pâlissent, l'Insecte s'arrête, s'il est en marche : on observe le même fait à trois ou quatre reprises.

10 h. 10 m. — Il entr'ouvre ses élytres légèrement et relève la pointe postérieure de l'abdomen : la plaque ventrale émet alors une vive lumière tandis que les plaques thoraciques sont faiblement éclairées.

10 h. 15 m. — Température de l'étuve = 40° : l'Insecte est très

agité, il se renverse sur le dos et découvre largement sa plaque ventrale.

10 h. 20. — Température = 42° : après un instant d'immobilité et d'extinction, la lumière reparaît, et l'Insecte se remet en marche.

10 h. 25 m. — Température = 43°5 : le mouvement de marche continue, mais la lumière dont l'éclat est cependant très vif n'est plus émise que par intervalles.

10 h. 30 m. — Température = 44°5 : l'insecte est très agité : il cherche à étendre les ailes, mais il paraît impuissant à les maintenir écartées. L'éclat de la lumière diminue.

10 h. 35 m. — Température = 45° : par l'excitation mécanique, l'éclat augmente à peine dans les plaques dorsales, mais la plaque ventrale se montre très lumineuse, quand l'Insecte entr'ouvre ses ailes.

10 h. 40 m. — Température = 45°5 : même état ; l'Insecte exécute fréquemment des bonds du dos sur le ventre et réciproquement : l'énergie musculaire paraît considérable. Les plaques prothoraciques ne s'illuminent plus pendant ce mouvement qui d'ordinaire est accompagné d'une vive production de lumière.

10 h. 45 m. — Température = 47° : l'Insecte est toujours très agité ; mais il a perdu la faculté de devenir lumineux même après une forte excitation. On le retire de l'étuve, il recouvre spontanément le pouvoir photogénique. La sensibilité s'est manifestement conservée pendant toute la durée de l'expérience.

10 h. 46 m. — On le remet dans l'étuve dont la température est retombée à 46°5 par suite de l'ouverture de la porte ; nouvelle extinction suivie d'une nouvelle émission de lumière dès que l'Insecte est remis à l'air libre.

Cette observation montre clairement que, contrairement à ce qui se passe dans un milieu dont la température est voisine de 0°, la sensibilité et la motilité peuvent être conservées, sans que la lumière puisse se produire, soit spontanément, soit à la suite d'une excitation mécanique, dès que la température du milieu a atteint 46 à 47° C.

A Paris, la température à laquelle ces animaux ont donné, d'une manière constante, leur plus belle lumière était comprise entre ces deux limites extrêmes (0° et 47°), elle était de 20° à 25° C (1).

(1) *Remarque.* — En liberté, sous les tropiques, ces Insectes recherchent les endroits frais et humides et la grande chaleur paraît leur être aussi pénible que

Lacordaire avait prétendu que l'eau bouillante possédait la propriété de faire reparaître la lumière éteinte dans les « appareils phosphoriques » séparés du corps du Pyrophore. Nous avons répété cette expérience plusieurs fois et toujours le résultat a été négatif ; il n'est pas douteux que Lacordaire ait commis une erreur relativement à la température de l'eau dont il s'est servi.

Si l'on plonge dans l'eau à 90° ou 100° à la fois des fragments encore lumineux et des organes qui viennent de s'éteindre, la lumière disparaît aussitôt dans les premiers et ne reparaît pas dans les seconds.

Plongés dans de l'eau dont la température est seulement de 55° C, les organes lumineux s'obscurcissent et s'éteignent en quelques secondes et il est ensuite impossible de faire reparaître la lumière : la propriété photogénique est pour toujours détruite ; mais, immédiatement avant son extinction, la substance photogène prend subitement un éclat plus vif : la dernière étincelle de cet organe, qui meurt, brille avec une force extrême et s'évanouit aussitôt, pour toujours.

Il y a beaucoup d'analogie entre ce que nous avons observé chez les Pyrophores et ce qui a été constaté par Macaire et Matteucci dans les expériences qu'ils ont faites pour étudier l'action de la chaleur sur la luminosité des Lampyres.

Macaire a vu (1) qu'une certaine élévation de température pouvait provoquer l'émission de la lumière sur les Lampyres vivants qui ont cessé d'être phosphorescents. Ainsi, un de ces Insectes, qui était obscur, ayant été plongé dans de l'eau à 14°, Macaire éleva progressivement la température de l'eau à 26° et la lumière reparut alors. Sous l'influence d'une chaleur plus forte, l'éclat augmenta jusqu'à ce que la température eût atteint environ 41°. En chauffant davantage cette eau, l'animal mourut, mais continua d'être phosphorescent et ne cessa de luire qu'à environ 57° C (2).

J'ai souvent constaté sur des Pyrophores en captivité engourdis par le froid de la nuit et qui avaient perdu toute excitatibilité, qu'il suffisait de les tenir pendant quelques minutes dans la main, pour les voir reprendre leur éclat primitif : la lumière re-

la grande lumière : c'est peut-être pour cette double raison qu'ils sont crépusculaires (V, 2e part., chap. IV, § 1).

(1) Macaire, *Loc. cit.*, p. 257.

(2) Il convient de faire remarquer que ces Insectes étaient immergés et qu'ils se seraient sans doute comportés comme les Pyrophores dans l'air chaud et humide.



paraissait même avant toute autre manifestation, lorsque l'engourdissement avait été profond.

Matteucci, de son côté, a constaté que la lumière émise par la Luciole italique, augmentait à mesure que la température approchait de 37°5 C et qu'alors elle cessait d'être intermittente et devenait continue.

Chez les Pyrophores, c'est plutôt l'effet contraire qui se produit et dans ces conditions la lumière ordinairement fixe devient souvent intermittente.

En chauffant davantage ses Lampyrides, Matteucci vit la lueur devenir rougeâtre et à 40° R (50° C), la phosphorescence se perdit complètement. Les résultats furent absolument les mêmes, soit que Matteucci opérât sur des individus vivants, soit qu'il ne fit usage que des fragments du corps de ces Insectes contenant des organes phosphorescents (1).

### § 4. — *Action de l'électricité.*

L'influence de l'électricité sur la production de la lumière a été étudiée de trois manières différentes : 1° par les décharges de condensateurs; 2° par les courants faradiques; 3° par les courants continus.

#### α. — *Décharges de condensateurs.* — *Foudroiement.*

Des Pyrophores furent placés sur un plateau de résine: à chaque extrémité du corps était enfoncée une épingle de laiton. Au moyen d'un excitateur, on faisait éclater, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, de fortes décharges d'une batterie de huit flacons condensateurs chargés au moyen d'une grande machine de Holtz donnant des étincelles de 0.25 à 0.30 centimètres de longueur.

Les étincelles traversaient manifestement le corps de l'animal dont tout l'intérieur était à ce moment fortement éclairé. Une seule de ces décharges suffisait pour anéantir immédiatement toute manifestation vitale, autre que la luminosité qui persistait après plusieurs décharges successives. Chez des animaux tués de

(1) Matteucci, *Op. cit.* et Milne-Edwards, *Leçons d'Anat. et de Phys.*, VIII, 1865, p. 104.

cette façon, la lumière existait encore plus de douze heures après la mort.

Des Insectes non munis d'épingles et foudroyés directement volèrent en éclats; les élytres, les ailes, les téguments furent violemment arrachés et projetés au loin: cependant la lumière persista dans les appareils lumineux, alors même que ceux-ci avaient été directement frappés.

β. — *Courants induits.*

Chez l'animal normal, l'excitation des diverses parties externes du squelette dermique par les courants faradiques ne diffère guère de l'excitation mécanique que par son intensité plus grande.

Si l'on applique sur le tégument d'un Pyrophore les électrodes d'une bobine d'induction, le contact seul détermine l'apparition de la lumière ; mais, si à ce moment on lance le courant d'induction dans la bobine, aussitôt l'animal donne des signes d'agitation et la luminosité prend un éclat plus grand.

La chitine des téguments étant très peu conductrice de l'électricité, il convient de mouiller les électrodes avec un peu d'eau salée et, même avec cette précaution, il est nécessaire d'employer un courant induit correspondant au n° 3 de la bobine de Dubois-Reymond.

En se plaçant dans ces conditions, on remarque facilement que le retentissement de l'excitation électrique sur l'organe lumineux est d'autant plus grand que le tégument est plus mince dans les points où les électrodes ont été appliquées. Ce sont principalement les bords latéraux de l'abdomen, les articulations des cuisses avec le corps, la membrane intersegmentaire qui réunit le prothorax au reste du corps, etc., qui montrent la plus grande sensibilité.

Mais, il est préférable pour étudier l'action des courants induits et aussi des courants continus de fixer dans les divers points du corps de l'Insecte, que l'on veut explorer, de fines aiguilles qui sont ensuite mises en communication avec les deux pôles.

Si l'on fixe ainsi une épingle dans la tête, à la partie médiane, et une seconde dans la partie postérieure de l'abdomen, selon l'axe du corps de l'Insecte, et que l'on fasse passer un courant faradique (n° 10 du chariot de Dubois-Reymond) dans le corps d'un Pyrophore, tué par le froid depuis un petit nombre d'heures, on observe une vive émission de lumière dans les deux plaques

thoraciques à la fois. En général, le phénomène est plus marqué à droite. On observe en même temps des mouvements des membres : tant qu'ils peuvent se produire, sous l'influence du courant faradique, celui-ci peut réveiller la luminosité. Les manifestations de même ordre du côté de la plaque ventrale sont impossibles à obtenir dans la plupart des cas.

Au lieu d'expérimenter sur un Insecte tué de cette façon ou par asphyxie dans un gaz neutre, on peut se servir d'un Pyrophore anesthésié par le chloroforme. Si l'action de cet anesthésique a été poussée un peu loin, on obtient une inertie complète qui peut durer plusieurs heures, la contractilité, sous l'influence du courant faradique, pouvant néanmoins persister aussi plusieurs heures.

Ainsi que nous le verrons plus loin, les vapeurs de ce liquide font disparaître d'abord la sensibilité générale, puis la contractilité volontaire et reflexe, et enfin l'émission de la lumière. Pourtant, si l'on se place dans l'obscurité absolue, on constate qu'une faible lueur persiste dans les appareils prothoraciques. Cette lueur qui s'observe même dans les organes isolés, placés dans les vapeurs anesthésiques, va en s'affaiblissant de plus en plus après la disparition de la contractilité musculaire qui subsiste un peu après la mort, et finit par s'éteindre tout à fait, mais au bout d'un temps parfois assez long. Tant que la contractilité musculaire persiste, on peut à distance ramener la lumière et lui rendre presque son éclat primitif, mais, dès que la contractilité musculaire a disparu, il faut appliquer directement, ou sur des points très voisins des organes, les électrodes pour obtenir une exagération de l'intensité de la lueur dont nous venons de parler, et qui d'ailleurs n'est que passagère. Il y a donc lieu de distinguer une action exercée par l'intermédiaire de la contractilité musculaire, et une action propre, directe du courant faradique sur l'organe. M. Marey m'a dit avoir pu ranimer ainsi, dans les organes lumineux éteints et séparés du corps de l'animal, la lumière disparue depuis quelques instants. Nous avons pu vérifier l'exactitude de cette observation à plusieurs reprises, et nous savons d'ailleurs que les excitants, purement mécaniques, produisent le même résultat.

Lorsque l'action du chloroforme n'a pas été poussée trop loin, la contractilité et la luminosité étant seulement, pour ainsi dire, à l'état latent, on peut faire reparaître l'une et l'autre par le passage du courant.

Si l'on enfonce, comme précédemment, une épingle au milieu

de la tête d'un animal ainsi privé de réactions spontanées et une autre à la partie postérieure de l'abdomen, et que l'on fasse passer un courant (n° 9 ou n° 10 du chariot de Dubois-Reymond), on voit les plaques prothoraciques éteintes reprendre leur luminosité et, presque en même temps, avec un léger retard cependant, les pattes se mouvoir.

Si l'action de ce courant faradique est prolongée, la lumière ne tarde pas à baisser et même à disparaître ; dans ce cas, il suffit de laisser un instant l'Insecte en repos, et l'on peut renouveler un grand nombre de fois l'expérience avec succès, à la condition de ne pas trop prolonger chaque excitation. L'excitabilité finit toujours, en effet, par s'émousser : dans nos expériences, l'appareil droit a résisté plus longtemps que l'appareil gauche.

Si l'on change la rapidité des intermittences, on provoque des modifications importantes dans l'accomplissement du phénomène lumineux.

En écartant le trembleur de la bobine, de façon à obtenir des interruptions aussi longues que possible, on voit la lumière devenir intermittente, ce qui n'a jamais lieu à l'état physiologique.

On peut dire, d'une manière générale, que les intervalles entre les éclairs sont d'autant plus longs que l'action du courant a été plus longtemps prolongée, et que les interruptions sont moins rapides.

Il suffit, étant donné un Insecte dont les appareils prothoraciques sont ainsi rendus intermittents, d'augmenter la rapidité des interruptions du courant pour voir la lumière devenir fixe.

L'intensité du courant a une grande influence sur la persistance de la luminosité. Si l'action est plus rapide et plus vive, elle est moins durable avec un courant fort qu'avec un courant de moyenne intensité.

Parfois, sur les Insectes déjà épuisés et dont la lumière est intermittente, on peut observer un défaut de synchronisme entre les deux appareils prothoraciques et aussi une différence d'intensité. En général, la rapidité des éclairs est plus grande du côté droit, l'éclat est plus vif, et la résistance plus longue qu'à gauche.

Au lieu de placer l'épingle antérieure sur la ligne médiane de la tête, si on l'enfonce dans un des points latéraux, on peut constater de véritables phénomènes de croisement. Au moment où une des électrodes touche, par exemple, l'aiguille plantée à droite

dans le cerveau de l'Insecte, c'est la plaque gauche qui éclaire en même temps que les pattes du même côté se mettent en mouvement (1); mais le phénomène n'est pas constant. On n'observe jamais ce croisement quand la tête est enlevée : après sa séparation, si l'on fait pénétrer la pointe de l'épingle dans le milieu du prothorax, et si l'on fait passer le courant, les deux points lumineux s'éclairent en même temps, et les mouvements des pattes se produisent des deux côtés.

Si l'on transporte à droite le point d'implantation de l'aiguille dans la partie antérieure du prothorax, on constate que l'excitation électrique, quand l'intensité du courant est convenable, a pour effet d'allumer seulement l'appareil droit en même temps que les pattes du même côté entrent en activité.

Si le courant est intense, on obtient l'éclairage simultané ou presque simultané des deux appareils prothoraciques.

D'ailleurs, dans le corps de ces Insectes, il est très difficile, même avec des courants faibles, d'éviter des dérivations; chez l'Insecte préparé, comme il est dit plus haut, on a pu sectionner la chaîne ganglionnaire entre les deux points excités sans modifier sensiblement le phénomène.

La plaque ventrale est plus réfractaire à l'action des courants faradiques ; il faut toucher certains points précis pour la faire entrer en activité. J'ai pu cependant provoquer l'apparition de la lumière dans cet organe chez un Pyrophore anesthésié, en faisant pénétrer une épingle dans chacun des deux côtés du métathorax, une troisième épingle étant fixée à la pointe terminale de l'abdomen.

Quand on touchait avec les électrodes une des épingles métathoraciques et l'épingle abdominale, on voyait, dans l'organe lumineux ventral, la lumière se propager aussitôt de la partie antérieure et médiane vers le centre et la périphérie, comme cela se passe quand on exerce une pression sur l'abdomen. Ces résultats purement empiriques recevront plus loin leur interprétation physiologique (V. 2e partie, chap. IV, § 4).

Enfin, quand l'épuisement produit par des explorations répétées amène la perte de la contractilité, la révivification de la lumière n'est plus possible, bien qu'une légère lueur puisse persister après la disparition de toute autre manifestation vitale.

Ces expériences montrent, bien nettement, que l'action des

(1) Voir 2e partie, chapitre IV, § 5.

muscles, qui sera analysée (Chap. IV, § 5), a une influence considérable sur la production de la lumière, mais qu'il existe, en outre, une activité propre de l'organe ou tout au moins une intervention étrangère à l'activité de la contraction musculaire que les notions acquises jusqu'à présent ne nous permettent pas encore d'interpréter.

A diverses reprises nous avons essayé, mais en vain, de revivifier la luminosité par l'excitation électrique de la chaîne ganglionnaire, mise à nu. En touchant directement les différents ganglions thoraciques ou abdominaux avec les électrodes, nous n'avons jamais pu obtenir d'effet éclairant bien marqué, et cependant, le courant déterminait des contractions des muscles et des mouvements des pattes. Dès lors, il semble que l'ouverture de la cavité abdominale constitue un obstacle à l'accomplissement de la fonction lumineuse (V. chap. IV, § 3).

Est-il utile d'ajouter que nous avons, sans aucun succès, cherché à répéter l'expérience de de Humboldt, dont il est question dans notre historique (page 21)?

### γ. — *Courants continus.*

Un Pyrophore étant placé sur le dos, et fixé sur un morceau de liège au moyen d'une bandelette de caoutchouc, on enfonce une épingle dans le mésothorax entre les points d'insertion des pattes de la deuxième paire ; une seconde épingle est fixée dans le dernier anneau abdominal. L'Insecte étant ainsi préparé, si l'on met le pôle positif en communication avec l'épingle du mésothorax, et le pôle négatif en communication avec l'épingle de l'abdomen, la lumière ne paraît dans la plaque ventrale qu'au moment du choc de fermeture du courant ; elle s'éteint pendant le passage du courant, et ne reparaît pas au moment du choc de rupture (1). Après quelques excitations, la plaque ventrale reste inerte, alors que le corps tout entier de l'Insecte tressaille au moment de la fermeture : l'organe ne réagit pas davantage, si l'on change le sens du courant.

On retourne l'Insecte : on plante une première épingle dans la

(1) Le courant était fourni par six éléments au sulfate de cuivre d'une pile électro-médicale à tension d'Onimus (modèle Brewer). Sur le circuit était placé un galvanomètre indiquant à chaque expérience le passage du courant, sa direction et son intensité.



région frontale, et une seconde à la base du mésothorax. Le pôle négatif de la pile est mis en communication avec l'épingle frontale, le pôle positif avec celle du mésothorax. Les deux lanternes prothoraciques étant brillantes, il y a extinction au moment de la fermeture du courant. L'extinction persiste pendant toute la durée du passage du courant au travers du prothorax. La lumière reparaît au moment de la rupture du courant.

Disposant l'expérience d'une façon différente, si l'on place le pôle positif en contact avec l'épingle fixée à l'extrémité postérieure de l'abdomen, et le pôle négatif en contact avec l'épingle enfoncée dans la région du cerveau, on constate que la lumière se manifeste, au moment de la fermeture du courant, dans les deux plaques prothoraciques.

Inversement, le pôle négatif étant mis en communication avec la partie terminale de la chaîne ganglionnaire, et le pôle positif avec l'extrémité céphalique, on voit que c'est le choc de rupture qui fait apparaître la lumière.

De ces expériences on peut conclure :

1° Que le courant ascendant ou centripète détermine l'apparition de la lumière au moment de la fermeture ;

2° Que le courant descendant au centrifuge la provoque au moment de la rupture ;

3° Ces effets se produisent toujours dans le même sens, que l'on agisse sur toute l'étendue de la chaîne nerveuse ou sur une partie seulement de son trajet comprenant, soit le ganglion en rapport avec les organes prothoraciques, soit le ganglion de l'organe abdominal.

Notons toutefois que les résultats sont toujours plus nets avec les appareils prothoraciques.

Si l'on introduit dans les masses musculaires voisines des appareils prothoraciques un fil de platine en communication avec le pôle négatif, l'autre électrode étant mise en rapport avec un point quelconque du corps, la contraction des faisceaux musculaires, et par conséquent, l'apparition de la lumière (V. 2e part., chap. IV, § 4), se fera au pôle négatif, au moment de la fermeture du courant, ce qui est conforme à ce que l'on sait sur la façon dont les muscles réagissent sous l'influence des courants continus.

On obtient un résultat inverse, si, au lieu de fils de platine on se sert d'épingles galvanisées de fer ou de laiton, avec un courant un peu intense. Dans ces conditions, si l'aiguille en rapport avec le pôle positif est placée très près de l'appareil lumineux, ou est

en contact avec lui, c'est toujours à ce pôle positif que la lumière apparaît, et non au pôle négatif, si celui-ci remplace le premier. De plus, la lumière se manifeste toujours au moment de la fermeture du courant, et se continue pendant son passage (1).

Bien plus, si l'on enfonce deux épingles, de façon à ce que leurs pointes soient en communication avec la face inférieure de chaque plaque prothoracique, et qu'on lance le courant, on voit le foyer en contact avec le pôle négatif s'éteindre, pendant que le foyer en contact avec le pôle positif prend un éclat considérable au moment de la fermeture du courant et persistant pendant tout le temps qu'il traverse le prothorax. Au moment de la rupture, il y a une apparition fugitive de la lumière au pôle négatif, tandis que l'appareil en contact avec le pôle positif s'éteint.

Ce résultat est très constant et très net : on peut, à plusieurs reprises, sur le même Insecte, renverser la position relative des pôles, et toujours on obtient des résultats qui concordent.

Ce que l'on observe dans ces circonstances est tout à fait en désaccord avec ce qui se passe d'ordinaire dans les muscles.

Mais, si après avoir, pendant un certain temps, fait passer le courant sans intervertir l'ordre des pôles, on retire les deux épingles et si on les examine avec attention, on s'aperçoit que la pointe de celle qui était en communication avec le pôle positif est absolument corrodée, comme si un acide puissant avait été mis en contact avec elle. En appliquant cette pointe humide sur du papier de tournesol bleu, on obtient une réaction franchement acide. L'épingle du pôle négatif, au contraire, reste brillante, et le peu de liquide qui humecte sa pointe, donne une coloration bleue au papier de tournesol, indiquant une réaction fortement alcaline.

A l'orifice de sortie de l'épingle positive, on voit se former une grosse gouttelette de liquide qui augmente peu à peu de volume. Ce liquide a une réaction acide. Examiné au microscope, il contient une quantité considérable des petits corpuscules biréfringents dont nous avons déjà parlé (1re part., chap. IV, § 3).

Au pôle négatif, au contraire, il n'y a presque pas de liquide ;

(1) *Remarque.* — Il faut éviter dans ces expériences de toucher les épingles avec les électrodes au moment de la fermeture du courant, le choc pouvant mettre en jeu la sensibilité locale du point où est enfoncée l'épingle ; les interruptions doivent se faire au moyen d'un commutateur. On choisit de préférence des Insectes affaiblis ou chloroformés.



il est alcalin, louche, grisâtre; on y trouve ni corpuscules, ni globules sanguins ; mais, il renferme un grand nombre de gouttelettes de forme et de dimensions variables, qui ont été prises à tort pour des gouttelettes graisseuses.

Ces réactions peuvent s'obtenir sur des Insectes morts spontanément ou tués par le chloroforme.

Il s'agit donc ici d'un phénomène purement physico-chimique. La mise en liberté d'un acide, de nature encore indéterminée, mais ayant un pouvoir corrosif considérable, susceptible, si l'action est longtemps prolongée, de donner naissance sur une épingle de cuivre à une épaisse couche d'un sel cuivreux d'un beau bleu, nous paraît avoir une action manifeste sur la production de la lumière.

Il n'y a pas lieu d'être surpris de ce fait, car la substance de l'organe lumineux, ainsi que celle de l'œuf, écrasée sur un papier de tournesol, montre une réaction acide des plus manifestes.

La formation de cet acide est due à une modification chimique du sang ou des produits qu'il contient, car on obtient sa production dans des points fort différents du corps de l'animal.

Ce n'est donc pas de sa formation que résulte le phénomène lumineux ; mais on peut supposer qu'il constitue une condition de milieu favorable à la production de la lumière, dans les appareils qui lui donnent naissance par leur fonctionnement physiologique, au même titre que l'acide chlorhydrique qui, sans être l'agent principal de la digestion gastrique, n'en est pas moins un élément utile.

Ce seul fait suffirait à démontrer que les conclusions de Radziszewski sont inacceptables, en ce qui concerne du moins la lumière des Pyrophores.

Ce savant, en effet, admet comme condition essentielle de la production de la lumière, dans les corps organiques et organisés, l'alcalinité du milieu. Ainsi, quand l'huile de succin est fraîche, elle possède une réaction acide et ne brille pas quand on la chauffe, même à l'ébullition ; mais, si l'on ajoute des bases, il suffit de la chauffer doucement pour qu'elle éclaire vivement et longtemps. Il en est de même, d'ailleurs, des acides sylvique et oléique. L'auteur des belles recherches dont nous venons de parler a soin d'ajouter « Je stärker die Base, desto stärker ist auch das Leuchten : *plus forte est la base, plus forte est aussi la lumière.* » (1)

(1) Radziszewski, *Loc. cit.*, p. 212.

### § 5. — *Action de la lumière.*

Nous n'avons à nous occuper dans ce paragraphe que de l'action directe de la lumière sur les organes photogènes ou considérés comme tels.

Tout ce qui a trait à l'influence que la lumière peut exercer d'une manière indirecte sur la fonction photogénique, sera étudié à propos des relations qui existent entre elle et les organes des sens (chap. IV, § 1).

Divers observateurs ont prétendu que les organes lumineux des Lampyrides avaient la faculté de condenser, pendant le jour, la lumière solaire, pour l'émettre ensuite dans l'obscurité.

Les corps minéraux phosphorescents tels que certains sulfures calcaires, étant susceptibles de devenir ainsi éclairants, grâce à une lumière d'emprunt, il était utile de savoir s'il n'existait pas quelque relation entre ces deux phénomènes.

Une semblable recherche était d'autant plus nécessaire qu'il se trouve, ainsi que nous l'avons annoncé déjà, une substance fluorescente dans les organes lumineux du Pyrophore. Or, les belles recherches de M. E. Becquerel, tendent à assimiler complètement la fluorescence à la phosphorescence (1).

En ce qui concerne les Lampyrides, l'hypothèse d'une condensation avait déjà été réfutée autrefois par Peters (2).

Ce savant, ayant gardé pendant huit jours des Lampyrides dans l'obscurité, vit qu'ils étaient aussi lumineux au bout de ce laps de temps qu'au début de l'expérience.

Matteucci (3) confirma la remarque de Peters, après avoir conservé pendant neuf jours des Lampyres dans les mêmes conditions.

Il en est de même pour les Pyrophores.

Dans les expériences faites pour rechercher l'action de la lumière sur la chlorophylle, j'ai maintenu pendant dix jours des Pyrophores dans l'obscurité absolue et ils étaient aussi brillants à la fin de l'expérience qu'au commencement.

D'ailleurs, le premier Cucujo arrivé au Hâvre, dans les circonstances que nous avons indiquées, avait pu supporter une traversée

(1) E. Becquerel, *Loc. cit.*
(2) Peters; Ann. des Sc. nat., XVII, p. 255, 1842.
(3) Matteucci, *Op. cit.*; p. 166.

de plusieurs semaines, de plusieurs mois peut-être, dans la cale hermétiquement fermée du navire à voile qui l'avait apporté des régions tropicales.

Il est même fort probable qu'il s'était développé dans le bois que contenait cette cale.

Depuis six mois, nous conservons au milieu des débris de bois humides renfermés dans un vase de faïence opaque et bien clos, des larves écloses d'œufs pondus dans l'obscurité. Plusieurs de ces larves ont subi une première métamorphose, pendant laquelle leur luminosité s'est accrue considérablement. Elles sont toutes extrêmement brillantes, bien qu'elles n'aient jamais été examinées que pendant la nuit.

Les organes lumineux qui ont cessé de briller après avoir été détachés du corps de l'animal ne retrouvent pas cette propriété par une exposition, même prolongée au soleil.

L'hypothèse d'une condensation ne saurait donc être renouvelée en faveur des Pyrophores; elle serait d'ailleurs en désaccord avec tout ce que nous savons sur le genre de vie de ces animaux.

Les Lampyrides ne contenant pas la matière fluorescente que nous avons trouvée chez les Pyrophores, il n'était pas permis, sans de nouvelles expériences, d'étendre à ces derniers les conclusions de Peters et de Matteucci.

### § 6. — *Dépression barométrique.*

C'est Macaire, de Genève, qui a étudié le premier l'action du vide sur la phosphorescence des Lampyrides.

Ce physicien, ayant fait tomber un Lampyre dans un tube de verre recourbé où on avait fait le vide préalablement, vit l'Insecte périr bientôt et cesser d'émettre de la lumière, alors même qu'on le réchauffait doucement; mais, ayant laissé rentrer de l'air dans le tube, le corps du Lampyre brilla aussitôt d'un très vif éclat.

En faisant imparfaitement le vide dans un tube rempli d'air et contenant un de ces Coléoptères, le même observateur remarqua que la phosphorescence diminuait peu à peu et cessait enfin complètement pour reprendre son éclat primitif dès que l'on faisait rentrer l'air dans l'appareil. Cette expérience pouvait être répétée plusieurs fois de suite sur le même individu.

Dans de semblables conditions, les Pyrophores se comportent comme les Lampyres.

Il en est de même pour les organes lumineux isolés, pour les œufs et pour les larves.

Les œufs du Lampyre noctiluque se prêtent également très bien à l'expérience et l'on peut, sans faire cesser leur vitalité, suspendre momentanément leur lumière par la dépression barométrique et la ranimer ensuite en rétablissant la pression normale.

Si l'on veut obtenir une extinction rapide, il faut réduire la pression dans le récipient qui les contient à quatre centimètres de mercure.

Ces mêmes œufs, soumis à une dépression de cinquante centimètres de mercure, s'éteignent également, mais beaucoup plus lentement.

Pour obtenir l'extinction des Pyrophores entiers, il faut pousser la dépression barométrique jusqu'à quatre ou six centimètres de mercure pour les appareils prothoraciques et descendre un peu plus pour l'organe ventral, qui ne cesse de briller qu'avec 2 ou 3 centimètres de mercure, et peut encore résister pendant quelques minutes dans ces conditions.

Expérience. — Un Pyrophore est placé dans un flacon dont les parois sont couvertes de gouttelettes d'eau. On fait le vide de manière à atteindre en cinq minutes une dépression barométrique de six centimètres de mercure.

L'Insecte s'agite, la partie postérieure de l'abdomen s'allonge et l'armure génitale fait saillie à l'extérieur.

A diverses reprises, il écarte les ailes comme pour s'envoler et découvre la plaque ventrale qui est très lumineuse.

Peu à peu les mouvements de l'animal deviennent irréguliers et plus difficiles ; en même temps la lueur des organes prothoraciques faiblit.

Au bout de quinze minutes, l'Insecte ne réagit plus sous l'influence d'une forte excitation mécanique ; on ne peut plus provoquer ni mouvements, ni lumière.

Cependant, les foyers conservent une lueur légère et une bande rougeâtre très faiblement lumineuse persiste à la périphérie de l'organe.

Dès que l'on rétablit la pression, la lumière reparaît d'abord, puis les mouvements ; l'Insecte retrouve au bout de quelques secondes son agilité première.

Cette expérience, que nous avons souvent répétée, nous a toujours donné les mêmes résultats.

Si, dans le flacon où l'on a fait le vide on laisse rentrer de l'eau

préléalablement bouillie et refroidie à la température du milieu ambiant, la lumière reparaît dans les plaques prothoraciques de l'animal immergé, mais elle ne possède plus la même coloration; elle est rougeâtre, un peu couleur feu et ne dure que très peu d'instants, pour s'éteindre ensuite.

Il est manifeste que dans ces conditions l'eau pénètre dans les trachées et les obstrue.

Ce liquide peut même pénétrer jusque dans l'appareil lumineux.

Si l'on se sert d'un liquide colorant, de picro-carminate d'ammoniaque, par exemple, on peut obtenir de cette façon une très belle injection de toutes les trachées et l'appareil lumineux se colore dans certains points, le liquide pouvant, sans doute par suite de quelques ruptures, pénétrer jusque dans la cavité générale.

Si l'on abandonne à lui-même un Cucujo injecté d'eau par ce procédé, il ne tarde pas à mourir. Mais, en le replaçant aussitôt sous la cloche de la machine pneumatique, après l'avoir retiré de l'eau et en faisant de nouveau le vide, la lumière ne tarde pas à reparaître pour s'éteindre encore, si l'on continue à faire le vide; enfin, elle se rétablit d'une manière définitive dès que les trachées étant vidées de l'eau qu'elles contenaient, on rétablit la pression normale.

On peut donc par ce procédé faire une véritable respiration artificielle, qui peut être utilisée quand on veut ramener à la vie des Insectes dont les voies respiratoires sont remplies d'un gaz toxique ou d'un liquide qui les obstrue.

Il est évident que la dépression barométrique s'exerçant sur un Insecte entier agit à la fois par plusieurs mécanismes différents sur la fonction photogénique.

La raréfaction de l'air respirable, la plus forte tension de la vapeur d'eau, les modifications évidentes que subit le corps de l'Insecte distendu par des gaz, etc..., sont autant de facteurs importants qui interviennent à la fois et dont il sera tenu compte à propos de l'influence des diverses fonctions sur la photogénéité.

Notons, dès à présent, que la fonction photogénique reparaît avant les mouvements, quand toute manifestation vitale extérieure a cessé sous l'influence d'une forte et rapide dépression barométrique.

Il est néanmoins possible d'empêcher la production de la lu-

mière par le vide pendant un temps fort long sans que pour cela la motilité et la sensibilité des Insectes soit notablement modifiée.

Il suffit de maintenir pendant un temps suffisant des Pyrophores bien éclairants sous une cloche de verre dans l'intérieur de laquelle la pression barométrique ne dépasse pas cinquante centimètres de mercure.

On les voit alors perdre leur pouvoir éclairant et conserver cependant leur allure ordinaire.

Six de ces Coléoptères furent, par ce procédé, privés de leur lumière pendant trois jours; la pression normale ayant été ensuite rétablie dans la cloche, on les vit briller de nouveau ou bout de quelques instants.

Nous avons cru devoir placer au nombre des agents physiques susceptibles de modifier la luminosité, la dépression barométrique parce que, selon nous, elle peut exercer une action directe sur le processus du phénomène qui nous occupe. Ce qui prouve l'exactitude de cette assertion, c'est que l'on peut faire reparaître la luminosité, chez des Insectes placés dans les conditions que nous venons d'indiquer, en rétablissant la pression normale par l'introduction d'un gaz neutre, tel que l'hydrogène, dans la cloche qui les contient.

---

## CHAPITRE III.

### Action des agents chimiques et des substances toxiques et venimeuses sur la production de la lumière.

#### § 1. — *Eau.*

De tous les agents chimiques qui interviennent dans l'accomplissement des phénomènes biogéniques, celui qui exerce l'action la plus profonde et la plus générale, c'est l'eau : on peut dire que son rôle est prépondérant et véritablement dominateur.

Dans toute étude physiologique ayant pour but de déterminer les conditions physico-chimiques relatives à l'activité propre de la substance organisée, on doit d'abord et avant tout se préoccuper de la part qui revient en propre au fluide biogénique par excellence, à l'eau.

Ne sait-on pas d'ailleurs que les échanges gazeux ou autres,

que l'oxygénation, par exemple, ne peuvent s'exercer qu'autant que les colloïdes sarcodiques, que les *protoplasmas*, si l'on veut, se trouvent dans un état convenable d'imbibition ou mieux d'hydratation (1).

(1) *Remarque.* — Nous avons déjà écrit le mot « hydratation » en parlant des œufs (page 62) : quelques explications sur le sens que nous attachons à cette expression, en biologie, nous paraissent nécessaires.

L'étude plus approfondie des manifestations vitales chez les Protozoaires a fait perdre beaucoup de son importance à la conception théorique de l'individualité de la « cellule ». Il est facile de démontrer que cet individualisme n'existe pas chez les Protozoaires où les fonctions sont cependant différenciées : il en est de même dans les organismes élevés, et nul ne voudrait affirmer aujourd'hui qu'une cellule nerveuse, par exemple, est un être indépendant : tout au plus, pourrait-on faire une exception en faveur des globules du sang. Chez les végétaux eux-mêmes l'idée d'une simple juxtaposition des éléments anatomiques est très contestée.

On peut donc, en physiologie générale, faire abstraction de la structure morphologique pour n'envisager que la constitution physico-chimique des colloïdes au sein desquels la vie se manifeste.

Nous avons par de nombreuses expériences (1) démontré que les colloïdes biogéniques se comportent comme les hydrates colloïdaux si bien étudiés par Graham et qu'ils obéissent aux mêmes lois physico-chimiques.

Les actions osmotiques, dont l'importance est si grande, en biologie, se réduisent facilement à des substitutions d'ordre moléculaire produites au sein des matières colloïdales interposées entre deux liquides, dont les affinités pour ces substances sont différentes.

L'eau étant le seul fluide liquide méritant le nom d'humeur dans les tissus vivants, le seul qui soit véritablement indispensable à l'accomplissement de tous les phénomènes biogéniques, sans exception, on comprend facilement pourquoi nous avons proposé de substituer le mot « hydratation » au mot « imbibition ».

D'ailleurs, le mot hydratation indique un état de combinaison et c'est pour cela que nous lui accordons la préférence.

L'eau n'est pas un simple véhicule, comme on se plaît à le répéter encore fréquemment dans les traités de physiologie. C'est un élément chimique, constituant, qui ne se trouve à l'état de liberté que dans des liquides qui ont déjà cessé de faire partie de l'organisme dans, l'urine, par exemple.

Les mouvements que subit ce liquide au sein des êtres vivants sont d'ordre chimique : pas un acte vital ne s'accomplit sans que des molécules d'eau se déplacent, sans qu'il se produise des hydratations et des deshydratations incessantes comme le mouvement de rénovation moléculaire des tissus, dont elles constituent l'acte fondamental.

Les substances albuminoïdes, amylacées, le sucre et peut être les matières grasses elles-mêmes, subissent une hydratation dans l'acte de la digestion, qui précède immédiatement l'absorption et l'assimilation : les plantes aussi fixent de l'eau sur les substances qu'elles empruntent au milieu ambiant.

Dans l'acte de la fécondation, l'agent fécondant développe dans l'œuf l'affinité des colloïdes pour l'eau et agit comme un corps hydratant, à la manière des ferments.

(1) V. liste des principaux travaux de l'auteur.

Telles sont les raisons pour lesquelles nous plaçons l'eau au premier rang des agents chimiques susceptibles d'exercer une influence sur la production de la lumière par les êtres vivants.

La sensibilité de ce réactif en matière de luminosité animale ou végétale est véritablement saisissante. Les œufs des Pyrophores, comme ceux des Lampyres, sont de véritables hygroscopes lumineux, ainsi que nous l'avons déjà dit.

Les Champignons microscopiques phosphorescents, qui se développent à la surface des feuilles de Chêne, se comportent de même et sont également susceptibles d'une véritable revivissence lumineuse. Quand l'atmosphère ambiante perd son humidité, on les voit pâlir et s'éteindre : vient-on à introduire de l'herbe humide dans le récipient qui les contient, presqu'aussitôt ils donnent en échange de cette bienfaisante fraîcheur l'éclat de leur douce lumière qu'on croyait à jamais perdue.

Les Insectes lumineux adultes sont également influencés par l'état hygrométrique de l'air et l'on m'a souvent fait savoir, des régions où je faisais rechercher des Lampyres, que le temps était

Mais cette affinité des colloïdes biogéniques, si considérable dans la partie ascendante de la courbe vitale, décroît avec elle. Les particules vivantes, qui meurent au sein de nos organes, se transforment en cristalloïdes non plus combinés à l'eau, mais en dissolution dans celle-ci. Ces cristalloïdes impropres à la vie sont rejetés au dehors avec l'eau de deshydratation des colloïdes qui leur ont donné naissance. De même, l'organisme tout entier, en vieillissant, perd son affinité pour l'eau ; de plus, la tension de dissociation de l'eau et des colloïdes augmente au fur et à mesure qu'ils s'éloignent davantage du moment où ils ont subi l'action de l'agent fécondant.

Toute intervention physique, chimique, mécanique ou pathologique susceptible d'augmenter cette tension de dissociation, agit dans le même sens que l'évolution, que le vieillissement : au moment de la mort, cette tension atteint son activité maxima.

Dans cette mobilité des hydrates colloïdaux biogéniques résident tout à la fois des causes de vie et de mort. C'est l'état d'instabilité de cette molécule, chimiquement indifférente, qui donne aux êtres vivants leur prodigieuse, variabilité leur incessante activité. On ne peut pas plus concevoir l'état statique, l'immobilité moléculaire d'un tissu vivant, que l'on ne peut espérer la conservation indéfinie d'un hydrate colloïdal artificiel.

Ces quelques lignes suffisent à faire comprendre le sens précis que nous attachons au mot « hydratation », ajoutons encore que nous considérons comme des hydratations et des deshydratations tout phénomène chimique, dans lequel une molécule d'eau de constitution s'ajoute ou se sépare d'un composé organique et que l'étherification ou la saponification, par exemple, ne constituent que des cas particuliers de l'hydrodynamique physiologique, branche nouvelle de la biologie, qui est appelée à prendre, croyons-nous, une importance de plus en plus considérable.

trop sec et que la chasse ne serait fructueuse que lorsque les soirées seraient plus humides.

Les Pyrophores privés d'eau perdent leur faculté photogénique bien avant les autres manifestations vitales. Ils résistent facilement à la privation d'aliments, mais non à la sécheresse. Aussi, quand ils ont épuisé tout leur éclat pour rehausser la beauté des Mexicaines, qui en font leur parure, celles-ci s'empressent-elles, au sortir du bal, de baigner ces vivantes émeraudes, qui retrouvent toute la vivacité première de leurs feux, au sein de l'eau.

Pline, en parlant des Pholades (1), fait remarquer que la lumière de ces Mollusques est d'autant plus vive qu'ils contiennent plus de liquide : « *Alio fulgore claro, et quantum magis humorem habeant...* ».

On sait également, depuis longtemps, que les organes lumineux privés d'eau peuvent retrouver leur luminosité quand on les mouille. Réaumur (2) a pu ranimer ainsi la lumière éitente des Pholades desséchées.

Fougeroux de Bondaroy (3), dit positivement que du papier frotté avec la substance lumineuse de la Luciole d'Italie devient phosphorescent, et il ajoute que lorsque cette phosphorescence a disparu, on peut la faire renaître en mouillant le papier devenu obscur; mais, après cela, on ne peut plus revivifier la lumière. D'après le même observateur, l'huile, l'alcool, les essences ne se comportent pas comme l'eau et ne sont pas favorables à la conservation de la matière lumineuse.

Dans une récente communication à l'Académie des sciences (4), M. Carus annonce, comme chose nouvelle, que la substance lumineuse du Lampyre peut, après son extinction, reprendre dans l'eau la propriété de briller. Il ajoute que le fait est d'autant plus remarquable qu'il n'existe aucune substance capable de produire un effet analogue.

Darwin a également observé la reviviscence de la lumière chez les Noctiluques : ayant mis dans l'eau un filet qu'il avait fait sécher, après avoir pêché la veille dans la mer phosphorescente, il vit la luminosité reparaître (5).

(1) Plinius Secundus, *Historiarum mundi liber*, IX, § LXXXVII, 61.

(2) Réaumur, *Des merveilles des Dails ou de la lumière qu'ils répandent*. Mém. de l'Ac. des Sc., Paris. p. 198, 1723.

(3) Fougeroux de Bondaroy, *Loc. cit.*

(4) Carus. Compt. rend. de l'Ac. des Sc., (2), LIX, n° 12, 1864.

(5) Darwin, *Loc. cit.*

Enfin, nous avons vu, dans le chapitre relatif aux propriétés physiques de la lumière des Pyrophores, que le P. Secchi avait pu examiner le spectre des organes phosphorescents des Pyrosomes sur des pièces desséchées qu'il avait humectées d'eau, et que ce spectre possédait les caractères généraux de ceux que fournissent les autres êtres lumineux. Ces organes desséchés des Pyrosomes lui avaient été confiés par M. Panceri.

Ainsi que nous l'avons dit déjà, cette sorte de revivissence n'est pas spéciale aux animaux, puisque nous l'avons observée sur des Champignons parasites qui avaient été expédiés des environs de Compiègne, au mois de juin.

Fabre (1) dit seulement que l'*Agaricus olearius* brille également bien par la pluie, dans l'air saturé de vapeurs d'eau et dans l'eau; la phosphorescence ne cesse que quand l'Agaric est desséché jusqu'à périr. Il est regrettable que cet observateur n'ait pas vu s'il était possible de ranimer la lumière, dans les conditions que nous venons d'indiquer.

Les organes lumineux des Pyrophores se comportent de même que ceux des Lampyres lorsqu'ils ont été desséchés rapidement soit à l'air libre, soit dans le vide, ce qui est préférable.

La dessication des œufs des Lampyres et des Pyrophores peut être poussée à ses dernières limites, à la température ordinaire, sans qu'ils perdent définitivement leur propriété photogénique, qui reparaît dans des conditions d'hydratation convenable. En les immergeant dans l'eau, nous avons vu renaître cette lumière dans des œufs qui, depuis huit jours, étaient placés au-dessus de l'acide sulfurique, sous une cloche où l'on avait entretenu, pendant tout ce temps, une pression barométrique de cinquante centimètres de mercure, seulement.

Si, après avoir desséché dans le vide les organes lumineux, on les pulvérise dans un mortier et si on humecte leur substance réduite en poudre avec un peu d'eau, la masse tout entière devient lumineuse. Si la production de la lumière était intimement liée à la présence d'une substance volatile dans ces organes, il est bien évident qu'il ne se produirait aucun effet après un semblable traitement. La lumière ainsi obtenue ne dure pas plus de 10 à 15 minutes et l'on peut la supprimer immédiatement, soit par l'addition d'un peu d'alcool, soit par l'action de l'eau bouillante.

(1) Fabre, *Recherches sur la cause de la phosphorescence de l'Agaric de l'Olivier*. Ann. des sc. nat. 1855.



Il n'est pas nécessaire que l'eau dont on se sert pour rallumer des organes desséchés soit aérée : en les plongeant dans de l'eau récemment bouillie on les voit briller au sein de ce liquide.

Mais, dans une semblable expérience, on peut supposer que les bulles de gaz contenues dans les anfractuosités du tissu desséché sont susceptibles de compliquer le phénomène.

L'expérience suivante montre que si l'action de l'eau privée de gaz est nécessaire, elle est aussi suffisante.

Des organes lumineux de Pyrophores (plaques ventrales et appareils prothoraciques), desséchés depuis plus d'un mois et conservés dans un flacon bien sec, furent introduits dans un tube de verre hermétiquement fermé à ses deux extrémités par deux robinets de verre. Le vide ayant été fait aussi complètement que possible dans le tube, on y fit pénétrer brusquement de l'eau récemment bouillie et absolument privée de gaz. L'intérieur du tube fut complètement occupé par l'eau ; et, l'on vit, au bout de quatre à cinq minutes, les organes prothoraciques briller et, peu de temps après, les plaques abdominales. Celles-ci restèrent lumineuses pendant quarante-cinq minutes et les appareils prothoraciques pendant trente minutes environ. Les organes étant complètement éteints, on fit pénétrer de l'air dans le tube, en laissant écouler un peu d'eau, puis on l'agita fortement. L'aération de l'eau ne ranima pas la luminosité.

Cette expérience prouve bien que l'hydratation des tissus desséchés est nécessaire et suffisante pour que le phénomène lumineux se produise.

M. Chaper, qui a visité les Antilles, nous a raconté qu'il fut fort surpris un certain soir qu'il vit briller à terre un objet paraissant inerte; l'ayant examiné avec attention, il reconnut que c'était le prothorax d'un Pyrophore détaché du corps de l'Insecte et presque complètement vidé.

J'ai observé un fait analogue : ayant abandonné sur ma table de travail des tronçons de Pyrophores, sur lesquels j'avais pratiqué diverses opérations, je vis un grand nombre de Fourmis dévorer l'intérieur de ces débris : ils étaient là depuis plusieurs jours, lorsque de l'eau ayant été renversée, dans le point où ils se trouvaient, ils se mirent à briller de nouveau. Les Fourmis avaient respecté seulement les organes lumineux : ceux-ci s'étant desséchés rapidement, la matière lumineuse n'avait pas été complètement épuisée.

L'introduction de l'eau dans la cavité générale peut aussi faire

reparaître la luminosité dans les organes de Pyrophores morts depuis plusieurs heures.

On verra plus loin que les alcaloïdes tuent parfois assez rapidement ces Insectes et que la lumière peut cesser de se produire même avant la mort.

Dans ces conditions, il est possible de ranimer les foyers lumimineux éteints, en exerçant sur l'abdomen une pression suffisante pour faire refluer le liquide de la cavité abdominale vers les appareils photogéniques; mais, lorsque par ce procédé on n'obtient plus aucun résultat, l'activité de ces appareils peut encore être réveillée par l'introduction, au moyen d'une seringue de Pravaz, d'une certaine quantité d'eau dans la cavité générale.

On peut renouveler plusieurs fois de suite l'expérience avec le même succès; mais, en général, au bout de trois ou quatre injections de 5 à 6 gouttes d'eau chacune, l'effet lumineux cesse de se manifester.

Si l'on fait une injection d'alcool et non d'eau, au moment où les premières gouttes pénètrent dans la cavité générale, il y a production d'une vive lumière dans les appareils prothoraciques : elle s'éteint presqu'aussitôt et une injection d'eau est impuissante à la faire reparaître.

On peut très facilement suivre le trajet du liquide chassé par l'injection dans l'appareil ventral : il pénètre par l'hiatus antérieur et se répand dans la branche médiane et dans les deux branches latérales, en allumant sur son passage une traînée de lumière; si l'on augmente la poussée du liquide, l'appareil tout entier s'illumine.

*Action de l'eau sous les hautes pressions.* — Dans les grandes profondeurs de la mer, les animaux lumineux paraissent être plus nombreux encore que dans les zones superficielles, dont la faune en renferme cependant un grand nombre d'espèces.

Les recherches de Panceri sur les organes lumineux des Pyrosomes et celles que nous avons entreprises nous permettent de croire qu'il existe une grande analogie entre les animaux marins et les êtres terrestres lumineux, sous le rapport de la fonction photogénique.

Il y avait donc intérêt à rechercher si ces derniers pouvaient conserver la propriété d'émettre de la lumière après avoir été soumis à de hautes pressions, au sein de l'eau.

Dans le but de répondre à cette question de notre programme, nous avons fait avec M. Paul Regnard, au mois d'octobre 1884,

quelques expériences sur des larves du *Lampyris noctilucus* (1); nous croyons utile de rappeler ici les résultats obtenus.

Dans une première expérience, un Lampyre (*L. noctilucus*) a été immergé, étant lumineux, dans un tube rempli d'eau et plongé aussitôt dans le réservoir de la pompe Cailletet : il a été maintenu pendant dix minutes à une pression de 600 atmosphères; au bout de ce temps, l'Insecte sorti du réservoir de la pompe était encore lumineux et resta lumineux bien que faiblement pendant quelques instants; mais, il était d'ailleurs absolument inerte. Après l'extinction on put à plusieurs reprises faire reparaître de faibles lueurs au moyen de l'excitation faradique.

Ce Lampyre, abandonné à lui-même dans une boîte avec un Insecte de la même espèce, tué par un autre procédé, fut au bout de vingt-deux jours trouvé absolument mou et flexible, alors que le second s'était complètement desséché.

Les organes photogènes possédaient la même apparence en tant que forme, consistance et couleur que pendant la vie, tandis que ceux de son compagnon étaient ridés et brunis; les tissus de l'animal avaient très vraisemblablement subi le phénomène d'hydratation qui se produit dans ces conditions, ainsi que nous l'avons établi antérieurement (2). Pensant que l'Insecte était en état de vie latente et qu'en lui faisant perdre l'excès d'eau qui le maintenait en cet état, on pourrait ranimer la vie et la lumière, il fut placé sous la cloche de la machine pneumatique au-dessus du chlorure de calcium : examiné au bout de douze heures, l'animal présentait une phosphorescence très manifeste bien qu'assez faible : il était d'ailleurs absolument inerte, même sous l'influence de l'excitation électrique. Il fut abandonné sous une cloche, en présence du chlorure de calcium, à la pression normale : la phosphorescence s'éteignit peu à peu et le dessèchement continuant, l'Insecte devint rigide, sans avoir retrouvé le mouvement et la sensibilité.

Un autre Lampyre, qui avait été comme le premier immergé, mais que l'on avait placé, avec le tube qui le contenait, sous le récipient de la machine pneumatique, perdit rapidement sa phosphorescence. Introduit aussitôt dans le réservoir de la pompe

(1) R. Dubois et P. Regnard, *Note sur l'action des hautes pressions sur la fonction photogénique du Lampyre*. Compt. rend. de la Soc. de Biol., (8), I, p. 675.

(2) R. Dubois, *De l'action des liquides neutres sur la substance organisée*. Compt. rend. de la Soc. de Biol., (8), I, p. 317-320, 1884.

Cailletet et laissé pendant dix minutes sous une pression de 600 atmosphères, il sortit non lumineux, mais absolument inerte comme le premier : on ne put faire reparaître la lumière par l'excitation électrique. Il resta pendant trois jours dans l'état de vie latente et complètement éteint. Le troisième jour, en ouvrant la boîte qui le contenait, on le trouva très vivace et très lumineux (1).

Les résultats obtenus avec les Pyrophores ont été différents. Deux Pyrophores placés dans le réservoir de la pompe Cailletet et comprimés à 500 atmosphères pendant dix minutes, sont sortis non lumineux. L'un d'eux seulement, qui n'avait pas été préalablement soumis à l'action de la machine pneumatique, a survécu pendant deux ou trois jours, mais la lumière n'a pas reparu.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, une perturbation profonde de l'état général de ces Insectes suffit pour faire disparaître la luminosité.

D'autre part, l'hydratation simple, à la pression normale étant susceptible de ranimer la lumière dans les organes récemment éteints ou desséchés, il était naturel de penser que l'extinction produite dans ces conditions, était due plutôt à un épuisement rapide produit par la surhydratation brusque déterminée par cette énorme compression.

Nous avons alors imaginé de placer dans le récipient de la pompe Cailletet non plus des Insectes vivants ou des organes frais, mais des organes desséchés sur lesquels l'eau agit avec plus de lenteur.

Quatre organes prothoraciques et une plaque ventrale isolés et desséchés furent comprimés à 600 atmosphères pendant dix minutes. Ayant été retirés au bout de ce temps de l'appareil, on constata qu'ils étaient tous les cinq lumineux et que la luminosité persistait encore au bout d'un quart d'heure.

La propriété photogénique peut donc être mise en jeu dans les organes phosphorescents des Insectes, dans des conditions ana-

(1) *Remarque.* — C'est à l'occasion de ces recherches que j'avais proposé de munir le réservoir de la pompe Cailletet de hublots transparents pouvant permettre d'observer directement ce phénomène lumineux pendant la compression. Ces conditions avantageuses ont été depuis réalisées par M. [redacted], sur la M. Ducretet demande de mon collaborateur, M. P. Regnard, qui se propose d'en étendre l'application à ses intéressantes recherches sur les conditions de la vie dans les grandes profondeurs. Il nous sera donc permis très prochainement de reprendre ce point de notre sujet dans des conditions plus favorables.

logues à celles où se trouvent les animaux marins des régions abyssales; mais, il semble que l'action soit très accélérée et qu'il faille agir, soit sur des organes secs, soit sur des Insectes moins sensibles que les Pyrophores, ou bien encore attendre que l'individu ait pu retrouver la possibilité de réparer l'épuisement qui résulte de l'épreuve à laquelle il a été soumis.

Il convient de rappeler ici que la phosphorescence des Poissons morts résiste également à l'action des hautes pressions (1).

## § 2. — *Action des corps oxydants.*

L'étude de l'action des corps oxydants sur la luminosité des Pyrophores a une grande importance.

Depuis les expériences de Macaire et de Matteucci, sur les Lampyres, presque tous les auteurs qui se sont occupés de la la lumière des Insectes ont admis que celle-ci était le résultat d'une oxydation directe de la substance des organes lumineux par l'oxygène de l'air apporté au sein même des tissus par les trachées.

Phipson (2) a généralisé cette hypothèse et il a admis que la phosphorescence de tous les êtres vivants est due à une substance mal définie qu'il à nommée *Noctilucine*, laquelle, en s'oxydant lentement à l'air, produirait de la lumière avec dégagement d'acide carbonique.

Dans des publications plus récentes (3), l'éminent physiologiste allemand Pflüger a également adopté le principe de la combustion lente, opinion à laquelle les recherches de Radziszewski, dont nous avons déjà parlé, ont donné une importance plus grande encore.

Pour ces raisons et aussi parce qu'aucune expérience n'a été faite jusqu'ici sur les Pyrophores, nous avons cru devoir apporter un soin tout particulier à l'étude de l'action des corps oxydants sur la fonction photogénique de ces Insectes.

(1) R. Dubois, *Note sur la phosphorescence des Poissons*. Compt. rend. de la Soc. de Biol., p. 231, 1884.

(2) T. L. Phipson. Compt. rend., LXXV, p. 547; Chem. news, XXXII, p. 220; Compt. rend., LXXXIV, p. 539.

(3) E. Pflüger, *Die Phosphorescenz der lebendigen Organismen und ihre Bedeutung für die Principien der Respiration*. Archiv für die ges. Physiologie, X, p. 275.

Id., *Ueber die Phosphorescenz verwesender Organismen*. Archiv für die ges. Physiologie, XI, p. 222.

A. — *Action de l'oxygène à la pression normale.*

Expérience I. — 7 h. du soir, un Pyrophore (femelle) est introduit dans un flacon plein d'oxygène lavé et chimiquement pur. Il reste pendant une heure immobile, sans lumière. Au bout de ce temps, l'Insecte s'agite, la lumière est vive, mais sans exagération dans son intensité.

L'expérience ayant été commencée à 7 h. du soir, au mois d'août, l'Insecte est entré dans la période d'agitation vespérale à l'heure habituelle.

Expérience II. — 10 h. 10 du matin, un Pyrophore (mâle) est placé dans un récipient rempli d'oxygène pur, il reste immobile et non lumineux jusqu'à 10 h. 20.

A ce moment, l'Insecte est un peu agité, il cherche l'obscurité et émet une lueur très faible. On observe des alternatives d'agitation, avec faible émission de lumière, et de repos avec extinction.

Cet état se prolonge jusqu'à 3 h. de l'après-midi.

3 h. — L'Insecte est immobile dans la partie obscure du récipient : il émet une lueur très faible que l'on exagère un peu par une forte secousse ; mais, elle est de courte durée.

Les mouvements sont plutôt ralentis, paresseux à la fin de l'expérience. L'Insecte remis à l'air libre reprend son allure ordinaire.

Expérience III. — Deux Pyrophores (mâles) sont placés dans deux flacons d'égales dimensions, à la même température, éclairés de la même façon : l'un des vases contient de l'air, l'autre de l'oxygène. Au bout de quelques minutes, on frappe les deux flacons l'un contre l'autre.

Le Pyrophore qui est dans l'oxygène s'allume seul. Un choc plus violent fait apparaître simultanément la lumière dans les deux flacons ; mais, le Pyrophore qui est dans l'air ordinaire s'éteint plus rapidement.

Le même essai répété, après quatre heures de séjour dans les flacons, donne un résultat inverse.

Pendant tout ce laps de temps, les deux Insectes, au repos, se sont comportés d'une manière identique.

Ces expériences et d'autres, que nous ne jugeons pas nécessaire de reproduire ici, nous ont convaincu que dans l'oxygène, à la pression normale, les Pyrophores se comportent comme dans l'air ordinaire.

D'ailleurs, les physiologistes ne sont pas d'accord sur l'influence exercée par les atmosphères suroxygénées sur les combustions respiratoires. Il est fort possible, ainsi qu'on l'a prétendu, que la force élastique de l'oxygène dans le mélange n'ait aucune influence, dans les limites de pression normale, sur les phénomènes d'oxydation qui se passent dans l'intimité de nos tissus.

Il en serait tout autrement s'il s'agissait d'une combustion chimique directe, produite au niveau des extrémités terminales des trachées : on sait, en effet, que dans l'immense majorité des cas, les combustions de cet ordre sont activées par l'oxygène pur.

Cependant, il n'en est pas toujours ainsi, principalement dans certaines combustions lentes, comme celle du phosphore, à laquelle on attribue généralement le phénomène de sa phosphorescence, contrairement aux idées de Berzelius et de Marchand. Le phosphore ne se combine pas à l'oxygène pur et cesse de luire dans ce gaz pur à la pression ordinaire, si ce n'est à une température supérieure à 20°, où il ne tarde pas à s'enflammer. Il faut, pour que les lueurs puissent se manifester, que cette pression soit ramenée à celle que l'oxygène possède dans l'air, c'est-à-dire à 1/5 de la pression atmosphérique.

Or, nous venons de voir que dans l'oxygène pur le phénomène lumineux chez les Pyrophores est le même que dans l'air.

Il y avait lieu cependant de rechercher si la dépression barométrique de l'oxygène pur, dans lequel nous avions placé les Pyrophores, serait susceptible d'accroître leur intensité éclairante.

B. — *Action de l'oxygène à des pressions inférieures à une atmosphère.*

Expérience. — Deux Pyrophores (mâles) furent placés dans deux flacons : l'un des flacons contenait de l'air, l'autre de l'oxygène pur. Les deux flacons furent soumis à une pression barométrique décroissante. La pression intérieure dans les deux flacons étant tombée à cinquante centimètres de mercure, on vit la lueur et l'excitabilité diminuer également chez les deux Insectes.

Le pression n'étant plus que de six centimètres de mercure, les appareils prothoraciques cessèrent d'être excitables, aussi bien dans un flacon que dans l'autre. Les appareils abdominaux étant encore lumineux, bien que faiblement et par intermittence, il fallut descendre à trois centimètres de pression pour obtenir leur extinction complète, qui se fit à la fois dans l'un et l'autre flacon.

On fit une contre-épreuve en changeant les Insectes de flacon et le résultat fut identiquement le même.

On voit, par cette expérience, que pour des pressions inférieures à une atmosphère, dans l'oxygène pur, les Pyrophores se comportent également comme dans l'air ordinaire.

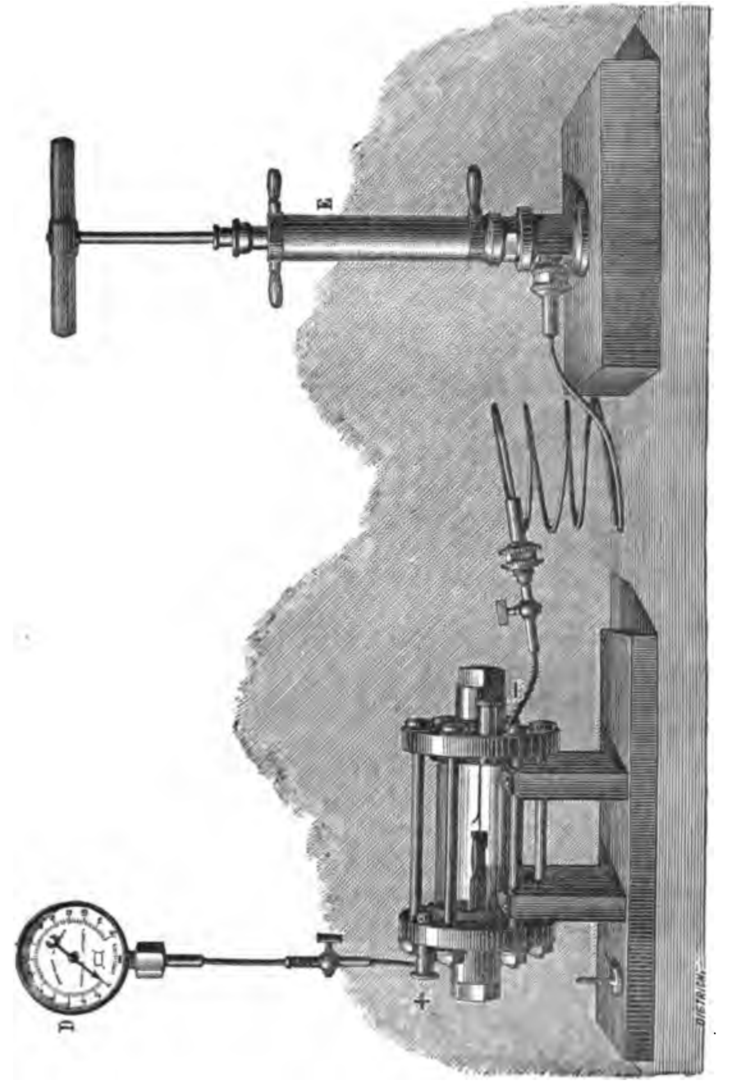


Fig. v. — Appareil pour l'étude de l'influence des gaz comprimés sur la lumière animale.

C. — *Action de l'oxygène sous des pressions supérieures à une atmosphère (oxygène comprimé).*

L'action de l'oxygène comprimé sur les êtres lumineux n'ayant

pas encore été étudiée, nous avons dû avoir recours à un appareil particulier construit par M. Ducretet et dont nous croyons utile de donner ici la description.

Le corps de l'appareil est un manchon de verre épais d'une longueur de treize centimètres et d'un diamètre de huit centimètres. Les extrémités de ce manchon sont fermées par de fortes plaques circulaires métalliques maintenues au moyen de six tiges de fer boulonnées.

Les plaques circulaires métalliques portent à leur centre des ouvertures qui peuvent être hermétiquement fermées au moyen de pièces vissées. L'une de ces ouvertures donne passage à une tige cylindrique en ébonite qui porte à son extrémité libre une petite cuvette allongée destinée à recevoir l'Insecte mis en expérience. Le long de cette tige glisse un fil de platine dont l'extrémité libre vient sortir dans le fond de la petite cuvette, à sa partie antérieure ; l'autre bout du fil est réuni à une borne située à l'extérieur.

Par l'ouverture opposée pénètre une tige métallique portant un fil de platine. Cette seconde tige est aussi en rapport avec une borne extérieure. Ces deux bornes sont en communication avec les pôles d'un appareil d'induction qui permet d'exciter l'Insecte enfermé dans le manchon de verre, à tous les temps de l'expérience.

Un tube métallique en plomb, portant un robinet, sert à faire pénétrer dans l'appareil les gaz dont on veut étudier l'action. A cet effet, ce tube peut être relié à une pompe à main aspirante et foulante de Regnault (E, fig. v).

Un manomètre D placé sur l'un des côtés de l'appareil permet de suivre les variations de la pression.

On peut, grâce à la transparence du manchon de verre, suivre toutes les modifications imprimées à l'éclat de la lumière par la compression dans les différents milieux gazeux.

*Oxygène comprimé.*

Expérience V. — Deux Pyrophores (mâle et femelle) sont placés dans le récipient de l'appareil à compression et soumis pendant une heure à l'action de l'oxygène sous une pression de cinq atmosphères ; au début, la pression a même atteint sept atmosphères. Les Insectes en expérience n'ont rien offert de particulier à noter, si ce n'est que, vers la fin de l'expérience, les mouve-

ments étaient un peu paresseux et la lumière plus difficile à obtenir par l'excitation mécanique.

Expérience VI. — L'appareil ventral d'un Pyrophore isolé et maintenu en présence de l'air, dans une atmosphère humide, a continué à briller pendant deux heures. En excitant cet organe par des chocs ou par le courant induit, on ranimait la lueur qui s'était éteinte ; mais, dans les points seulement où portait l'excitation.

Cette plaque abdominale inerte fut placée dans l'appareil à compression et soumise à l'action de l'oxygène comprimé à cinq atmosphères pendant une heure. Aucune trace de lumière ne reparut, et, lorsque l'organe fut retiré de l'appareil, on constata qu'il était définitivement éteint, le choc et l'électricité étant sans effet.

Expérience VII. — Une plaque ventrale isolée est placée, immédiatement après sa séparation du corps de l'Insecte, dans l'oxygène pur humide. Elle continue à donner de la lumière pendant trois quarts d'heure sans pourtant que celle-ci soit plus brillante qu'avant l'introduction dans l'appareil. On porte alors la pression de l'oxygène à cinq atmosphères. Aucun changement ne se manifeste pendant deux heures environ, si ce n'est qu'au bout de ce temps l'éclat est plus faible. L'expérience ayant été faite dans la soirée, on constate, le lendemain matin, que l'organe retiré de l'appareil ne donne plus de lumière par l'excitation mécanique et par l'électricité ; cependant, une goutte d'eau déposée à sa surface fait reparaître une faible lueur, qui ne tarde pas à disparaître.

De ces expériences et d'autres observations analogues à celles que nous venons de rapporter on peut conclure :

1° Que dans l'oxygène comprimé la production de la lumière par les Pyrophores n'est pas modifiée d'une façon notable.

2° Que ce gaz est impuissant à ranimer la lumière éteinte dans des appareils qui réagissent encore sous l'influence des excitants mécaniques ou de l'électricité, alors même que la pression est portée jusqu'à cinq atmosphères.

3° Que l'éclat des appareils isolés et encore lumineux n'est ni supprimé, ni excité, par le séjour de ceux-ci dans l'oxygène comprimé.

Bien que l'influence de la pression sur la combustion des corps en présence de l'oxygène n'ait pas encore été très étudiée, on sait cependant que la compression empêche la combinaison plutôt qu'elle ne la favorise.

*Ozone.* — Il n'en est plus de même, si l'oxygène est à l'état d'ozone ou d'*oxygène actif.*

Radziszewski (1) fait jouer un grand rôle à ce corps dans les réactions chimiques, au moyen desquelles il obtient la lumière qu'il identifie, sans preuves suffisantes, à la lumière animale ; car, celles-ci sont tirées principalement de considérations théoriques générales fournies par les recherches d'Hoppe-Seyler sur l'action de l'oxygène actif sur les êtres vivants (2).

On conçoit facilement qu'avant de généraliser il était au moins prudent de faire quelques expériences pour rechercher l'influence de l'ozone sur la lumière animale, ce qui jusqu'à présent n'a pas été tenté, à notre connaissance.

Expérience VIII. — Deux Pyrophores (mâles) sont placés séparément dans deux flacons contenant de l'air.

Dans le flacon n° 1, l'Insecte est plus alerte, plus agité et aussi plus lumineux ; le Pyrophore du flacon n° 2 est plus engourdi, moins lumineux.

On remplace l'air dans les deux flacons par de l'oxygène pur : le Pyrophore du flacon n° 1 continue à être plus agité et plus lumineux que celui du flacon n° 2, mais, l'activité photogénique de ce dernier n'est pas modifiée.

On introduit alors dans les deux vases de l'oxygène fortement ozonisé (3).

Le Pyrophore du flacon n° 1 montre tout d'abord une légère augmentation des mouvements spontanés, mais l'éclat de la lumière ne subit aucune modification notable.

Au bout de quelques minutes, la lumière est moins vive et les mouvements de l'Insecte sont plus lents, plus difficiles.

Il reste dans cet état pendant une demi-heure : on le retire du flacon, alors il s'agite et brille à l'air libre comme au début de l'expérience.

On procède de même pour le flacon n° 2, et l'Insecte qui s'y trouve ne montre en aucune façon, ni par la diminution, ni par l'exagération de la luminosité, qu'il est influencé par la présence de l'ozone. Cependant, il est impossible de sentir le contenu du flacon sans que la muqueuse nasale soit fortement irritée. L'In-

(1) Radziszewski, *Loc. cit.*, p. 319.

(2) Hoppe-Seyler, *Physiol. Chem.*, I, p. 126.

Id. Arch. für gesam. Phys., XII, p. 1.

(3) Une bulle de ce gaz déterminait la formation d'une forte proportion d'iodure d'amidon au sein d'une solution d'iodure de potassium dans l'eau d'amidon.

secte a pu rester deux heures dans ce flacon sans paraître incommodé. Le lendemain, ce Pyrophore est très bien portant, aussi actif et aussi lumineux que les autres (1).

Ce qu'il y a de plus frappant dans ces expériences, c'est l'indifférence de ces Insectes pour l'ozone, dont l'énergie toxique est si considérable (2).

*Essence de térébenthine.* — De l'action de l'ozone, on doit rapprocher celle des vapeurs d'essence de térébenthine. Celles-ci au contact de l'air développent, comme l'on sait, assez d'ozone pour que l'on ait cherché à utiliser cette propriété en thérapeutique et en hygiène.

Expérience IX. — Dans un tube contenant vingt centimètres cubes d'air on laisse tomber une goutte d'essence de térébenthine. On suspend dans le flacon un papier de tournesol rouge vineux, trempé par une de ses extrémités dans une solution d'iodure de potassium neutre. Au bout d'une heure, le papier réactif prend une teinte brun clair qui ne tarde pas à devenir bleue dans la partie imprégnée d'iodure de potassium. Un Pyrophore (femelle) est introduit dans ce milieu, il y séjourne une heure sans manifester aucun phénomène particulier.

Ce résultat, bien qu'il soit négatif, n'en est pas moins intéressant. Il permet, en effet, d'étendre aux Pyrophores les conclusions adoptées par Matteucci, à la suite de ses expériences sur les Lampyres : à savoir, que le phosphore ne saurait être considéré comme la cause de la phosphorescence chez ces Insectes, ainsi que l'avaient prétendu Scheltzler (3) et d'autres observateurs. On sait que des traces d'essence de térébenthine suffisent à empêcher le phosphore de briller dans l'air humide. C'est donc une nouvelle preuve de l'inexactitude de cette hypothèse à ajouter à celles qui sont tirées des expériences que nous avons faites avec l'oxygène sous diverses pressions.

(1) Ces deux expériences ont été faites dans le laboratoire de chimie de M. le professeur Troost.

(2) *Remarque.* — On pourrait objecter, d'après les expériences de Milne-Edwards (*a*) sur les Charançons, que les Insectes peuvent se défendre contre l'action des gaz toxiques concentrés ou purs, par l'occlusion de leurs stigmates ; mais, les expériences, dont nous donnons plus loin le détail, montrent qu'il n'en est pas ainsi pour les Pyrophores.

(3) Scheltzler, *De la production de la lumière des Lampyres.* Bibl. univ. de Genève et Arch. des sc. phys., XXX, p. 223, 1885

(*a*) Milne-Edwards, *Leçons d'anat. et de physiol.*, XII, p. 192.

L'oxygène n'ayant pas la propriété d'augmenter l'éclat de la substance lumineuse, nous avons pensé à essayer l'action de diverses autres substances oxydantes.

*Chlore.* — Nous savons que le chlore est un oxydant énergique : il s'empare de l'hydrogène des composés organiques et met en liberté de l'oxygène à l'état naissant.

Expérience X. — Un Pyrophore introduit dans un flacon contenant du chlore pur et de l'air (10 0/0 environ) perd en quelques secondes la faculté de se mouvoir. Peu après la perte du mouvement, la luminosité disparaît dans les appareils prothoraciques, d'abord à gauche, puis à droite. On ne peut la ranimer par aucune excitation mécanique ou électrique. Abandonné à l'air libre, l'Insecte ne donne le lendemain aucun signe de vie ; mais, on constate la présence d'une faible lueur dans l'appareil du côté droit. La lumière qui s'était éteinte complètement dans le mélange d'air et de chlore s'était un peu ranimée, d'un seul côté, à l'air libre.

*Acide hypoazotique.* — Ce gaz appartient aux oxydants directs.

Expérience XI. — Au bout de deux minutes, un Pyrophore placé dans un récipient plein d'air contenant quelques bulles de vapeurs nitreuses est pris d'une vive agitation sans que, pour cela, l'éclat de la lumière, qui avait une intensité moyenne, soit accru. Les mouvements ne tardent pas à devenir plus difficiles et cessent bientôt complètement. On ne peut les faire reparaître par une forte excitation mécanique. A ce moment, la lueur est encore assez vive ; mais, elle ne tarde pas à s'éteindre à son tour. L'exposition à l'air libre n'a pu la faire reparaître après la mort de l'animal.

*Acide osmique.* — L'acide osmique offre sur les autres oxydants l'avantage de laisser dans le point où s'est opéré l'oxydation une coloration noire qui résulte de sa réduction. On a depuis longtemps déjà cherché à mettre à profit cette propriété pour l'étude de la production de la lumière chez les Insectes.

Ce réactif a été employé pour la première fois, en 1865, par Max Schultze. Ce savant ayant plongé des Lampyres (*Lampyris splendidula*) dans une solution d'acide osmique remarqua que les cellules parenchymateuses (*Parenchymzellen*) des organes lumineux et les autres parties du corps étaient à peine teintées par la réduction de l'acide osmique alors que les cellules trachéennes (*Tracheenzellen*) étaient entièrement d'un noir foncé (1). Max Schultze

(1) Max Schultze, *Zur Kenntniss der Leuchtorgane von Lampyris splendidula*. Arch. für mikrosk. Anat., I, p. 132. Bonn, 1865.

pensait alors que les trachées se terminaient dans les cellules lumineuses, opinion controuvée par les recherches ultérieures d'Owsjannikow (1) et de Wielowiejsky (2).

Owsjannikow a vu la lumière des Lampyres, immergés dans des solutions faibles d'acide chromique et d'acide osmique, persister pendant 72 et 76 heures et dans l'alcool pendant 48 heures ; mais, c'était une lumière faible et visible seulement dans le cabinet noir.

Emmert (3) a observé l'action de l'acide osmique sur les organes lumineux des Lampyres vivants. D'après cet observateur, la lumière devient plus intense sous l'influence d'une goutte d'acide osmique ; mais, cet accroissement n'est pas comparable à l'éclair que l'on obtient par l'action de l'ammoniaque sur les cellules ganglionnaires lumineuses du Phyllirhoë, auxquelles il cherche à identifier les éléments photogènes du Lampyre.

L'immersion dans un liquide tenant en dissolution de l'acide osmique ne permet pas de distinguer ce qui appartient en propre à l'action physiologique de ce réactif; aussi, avons-nous pensé qu'il était préférable de faire agir directement les vapeurs de ce corps oxydant sur les Pyrophores vivants, dans le but de savoir si l'activité lumineuse était accrue ou diminuée, sous son influence.

Expérience XII. — 3 h. 45 m. : on place un Pyrophore sous une cloche renfermant quelques fragments d'acide osmique.

4 h.— L'Insecte est très agité, il est visiblement incommodé par les vapeurs de l'acide osmique; il brille d'une façon continue en marchant.

4 h. 20 m. — Il exécute sans relâche des bonds prodigieux accompagnés, comme d'habitude, d'une lumière vive.

4 h. 25 m. — L'Insecte perd la faculté de se mouvoir, il tombe sur le dos : on voit seulement quelques petits mouvements convulsifs des pattes, la lumière est éteinte et l'Insecte inexcitable. On le remet à l'air libre.

(1) Ph. Owsjannikow, *Ein Beitrag zur Kenntniss der Leuchtorgane von Lampyris noctiluca*. Mém. de l'Acad. des sc. de Saint-Pétersbourg, (1), XI, n° 17, 1868.

(2) Wielowiejsky, *Studien ueber Lampyriden*. Zeitsch. für wiss. Zool., XXXVII, p. 354, 1882.

(3) Emmert, *Aehnlichkeit aufmerksam welche zwischen den Tracheenzellen im Leuchtorgan von Lampyris und den Langerhans'schen*. Arch. für mikrosk. Anat., VIII, p. 652.

4 h. 45 m. — La lumière n'a pas reparu, l'Insecte est rigide, on ne peut ranimer la lumière par les excitations.

Expérience XIII. — Un Pyrophore anesthésié par l'éther est placé sous la même cloche : au moment où on l'introduit, la lumière est si faible qu'elle n'est perceptible que dans le cabinet noir. Au bout d'une heure l'Insecte est rigide; à aucun moment la lumière n'a été augmentée et la mort est survenue sans qu'elle ait repris son aspect ordinaire. Un Pyrophore anesthésié dans les mêmes conditions que le précédent a retrouvé les mouvements et la luminosité première vingt minutes après son exposition à l'air libre.

Expérience XIV. — Un appareil ventral isolé, placé sous la même cloche, donnait encore de la lumière au bout de trois quarts d'heure. Son éclat n'a jamais augmenté, comme cela se produit lorsqu'on fait agir l'électricité; au contraire, l'intensité de la lumière a baissé progressivement au fur et à mesure que l'acide osmique pénétrait la substance de l'organe, qui a pris une teinte noire de la périphérie vers le centre, sauf du côté protégé par la cuticule anhiste. Sur ce point, la lumière a persisté plus longtemps que dans les autres.

Les coupes pratiquées sur les organes lumineux des Pyrophores, qui avaient péri dans la cloche, nous ont montré que la zone externe de l'appareil ventral, dans laquelle se produit le phénomène lumineux, avait été très peu modifiée. Les cellules n'avaient pas noirci, seulement leur protoplasma était devenu très granuleux. Au contraire, la zone externe avait pris une teinte très foncée, noire dans les coupes épaisses, bleu violet foncé dans les parties très minces. La couche formée par les trachées avait absolument la même teinte ainsi que le corps adipeux, en communication avec l'organe lumineux, mais séparé de celui-ci par le réseau des trachées. La paroi interne des trachées n'était pas noire; la paroi externe seule, en contact avec le corps adipeux, avait réduit l'acide osmique (V. histochimie, 2e partie, chap. V).

La situation des parties, au niveau desquelles la réduction a été la plus intense, ne nous permet pas d'adopter l'opinion de M. Emery (1) qui a fait des expériences analogues aux précé-

(1) Emery, *Recherches sur la Luciole italique*. Archiv. ital. de Biol., V, p. 175-178. Paris, 1884.

Id., *Studi interno alla Luciola italica*. Bul. Soc. entom. ital., V, p. 327-329.

Id., *Untersuchungen über Luciola italica*. Zeitschrift für Zool., (2), XL, p. 328-335.

dentes sur la *Luciola italica*. Ce savant pense que les points noircis marquent le siège principal de la combustion (?) photogène.

Dans l'expérience XII, l'accroissement de l'activité lumineuse nous a paru être simplement en rapport avec l'état d'excitation générale de l'animal et les expériences XIII et XIV s'accordent difficilement avec l'idée que l'on accepte généralement, à savoir que la lumière est produite par une oxydation : celle-ci étant favorisée par l'acide osmique, l'intensité lumineuse devrait être augmentée, au moins transitoirement. On pourrait donc combattre l'opinion que la lumière est produite par une oxydation en se servant de l'argument employé par M. Pflüger pour défendre cette théorie. Le savant physiologiste allemand attache, en effet, une grande importance à l'expérience de Schultze (1) et ajoute dans les conclusions de l'un des deux remarquables mémoires qu'il a publiés sur ce sujet (2) : « il n'est à notre connaissance actuelle aucune substance qui noircisse autant par l'acide osmique que les cellules lumineuses du Lampyre ; nulle part, les atomes d'oxygène ne se combinent aussi intimement que dans la substance lumineuse. »

## § 3. — *Gaz inertes.*

Les principaux arguments invoqués en faveur d'une combustion photogène sont tirés des expériences de Macaire (3) et de Matteucci (4) sur les Lampyres. Ces deux savants ont constaté que la luminosité des Insectes entiers ou des segments lumineux isolés disparaissait après un séjour relativement court dans l'hydrogène et, qu'après son extinction, elle pouvait renaitre dans l'oxygène pur.

Les résultats obtenus avec les Pyrophores ne diffèrent pas sensiblement des précédents ; mais, on verra qu'il est possible de leur donner une autre interprétation.

*Hydrogène.* — Expérience I. — On place un Cucujo (femelle robuste) dans un flacon rempli d'hydrogène pur ; l'Insecte marche, s'agite pendant trois quarts d'heure en répandant une lueur assez vive.

(1) Pflüger, *Loc. cit.*, X, p. 278 et 279.
(2) Id., *Loc. cit.*, XI, p. 262.
(3) Macaire, *Loc. cit.* Ann. de chimie et de physique, XVII, p. 660, 1821.
(4) Matteucci, *Loc. cit.*, p. 155, 1847.

Au bout de ce temps, la marche devient plus pénible, puis les mouvements spontanés disparaissent. La lumière spontanée est faible et on a beaucoup de peine à provoquer par des excitations mécaniques quelques mouvements incoordonnés des pattes et des antennes ; au contraire, chaque choc contre les parois du flacon provoque une recrudescence de l'éclat des appareils prothoraciques.

A l'air libre, l'Insecte retrouve en quelques secondes la possibilité d'exécuter des mouvements volontaires et d'émettre spontanément de la lumière.

Expérience II. — Des plaques ventrales et des fragments prothoraciques portant les appareils lumineux sont placés dans des tubes remplis d'hydrogène pur, dans des conditions d'humidité convenables pour empêcher la dessication.

Les organes lumineux ont continué à briller pendant quarante minutes environ (température = 19°) ; mais, leur éclat a diminué progressivement, jusqu'à complète extinction.

Un certain nombre de ces fragments ayant été retirés et placés dans un tube contenant de l'oxygène, la luminosité a reparu et s'est maintenue pendant trois heures environ pour disparaître ensuite définitivement.

Au contraire, les fragments, qui avaient été abandonnés pendant trois heures dans l'hydrogène, n'ont pu retrouver, après extinction, leur luminosité dans l'oxygène.

Dans l'expérience I, l'agitation et les troubles de la motilité nous montrent que l'état général de l'Insecte est déjà profondément modifié, alors que la luminosité persiste encore ; enfin, le reflexe lumineux est conservé bien que ceux des membres soient presque complètement abolis.

S'il existait une combustion plus active au sein des appareils lumineux, il est très probable que la petite provision d'air contenue dans les trachées ne leur permettrait pas de conserver leur éclat pendant quarante minutes et que la lumière s'éteindrait bien avant que les autres tissus soient influencés par l'asphyxie.

A propos de l'expérience II, nous insistons sur ce point que les organes lumineux qui avaient séjourné longtemps dans le gaz hydrogène, après s'être éteints de la même manière que les autres, n'ont pu retrouver leur éclat dans l'oxygène. Dans le cas d'une substance photogène par oxydation, et accumulée dans les organes, on ne s'expliquerait que très difficilement une semblable particularité.

Nous le répétons, bien que les résultats que nous avons obtenus confirment l'exactitude des observations de Macaire et de Matteucci, nous ne nous croyons pas autorisé à en tirer les mêmes conclusions que ces expérimentateurs pour des raisons que nous aurons l'occasion de développer à propos de l'influence de la respiration sur la fonction photogénique (V. chap. IV, § 6).

*Azote.* — Les Pyrophores se comportent dans l'azote exactement comme dans l'hydrogène : il en est de même des plaques isolées.

Expérience III. — Plusieurs organes isolés furent placés dans trois tubes : le premier contenait de l'azote, le second de l'hydrogène et le troisième de l'oxygène.

Douze heures après on voyait encore luire faiblement les organes placés dans l'oxygène.

Dans les tubes contenant l'azote et l'hydrogène on ne constatait plus trace de lumière trente minutes après l'introduction des organes lumineux. Dix minutes après cette constatation, on put faire reparaître la lumière dans ces deux tubes en introduisant quelques bulles d'oxygène. On voyait encore, douze heures plus tard, quelques faibles lueurs dans les deux tubes.

### § 4. — *Gaz réducteurs.*

Les expériences précédentes ne permettent pas de tirer des conclusions favorables à la théorie de la combustion photogène à l'exclusion de toute autre.

Une contre-épreuve était indiquée et l'idée d'étudier l'action des agents réducteurs, après celle des corps oxydants ou indifférents, se présente tout naturellement à l'esprit.

On peut en effet supposer que la combustion ne peut être photogène qu'à la condition de n'être ni trop lente, ni trop rapide ; mais, il est bien évident que les agents gazeux réducteurs susceptibles de s'emparer rapidement de l'oxygène contenu dans les trachées et dans les tissus devront éteindre tout d'abord la lumière, à moins que l'on ne suppose que l'affinité des organes lumineux pour l'oxygène soit plus forte que celle des gaz réducteurs les plus énergiques.

*Acide sulfureux.* — Expérience I. — On fait arriver de l'acide sulfureux gazeux dans un flacon contenant un Pyrophore très

lumineux : au bout d'une minute, on constate une vive agitation, puis, les mouvements continuant, on voit l'appareil prothoracique gauche s'obscurcir rapidement et s'éteindre complètement, celui du côté droit restant lumineux. L'appareil éteint ne se rallume pas par l'excitation mécanique. L'appareil droit ne tarde pas à s'affaiblir deux minutes après le gauche : on constate alors quelques mouvements convulsifs des pattes.

Dans le cabinet noir, douze minutes plus tard, on remarque la persistance, dans les deux appareils, de faibles lueurs non visibles à la lumière du jour : il existe quelques mouvements lents et irréguliers des pattes postérieures seulement; mais, bientôt il n'y a plus traces de mouvements même après une excitation mécanique violente. La lueur ne s'est éteinte complètement que trente-cinq minutes après l'apparition des premiers phénomènes d'intoxication.

Malgré la faiblesse de la lueur à la fin de l'expérience, il n'en est pas moins vrai que cette manifestation vitale n'a disparu que très tardivement et nous verrons, en étudiant l'action des agents anesthésiques, que ceux-ci, qui ne sont pas des agents réducteurs, produisent des effets analogues.

*Acide sulfhydrique.* — EXPÉRIENCE II. — Nous avons, plusieurs fois, introduit quelques bulles d'acide sulfhydrique dans des récipients contenant des Pyrophores et nous avons toujours constaté que la lumière disparaissait en même temps que les autres manifestations vitales.

L'hydrogène sulfuré est un violent poison pour les Insectes, même lorsqu'il est très dilué; dans certains cas, il serait même plus toxique à l'état de dilution, ainsi que cela a été établi par Milne-Edwards pour les Charançons; mais, pour les Pyrophores, son action est foudroyante lorsqu'il est pur.

*Aldéhyde éthylique.* — EXPÉRIENCE III. — Chez deux Pyrophores soumis à l'action des vapeurs d'aldéhyde, en vase clos, la luminosité des plaques thoraciques a été détruite au bout de dix minutes; puis, ce sont les mouvements qui ont cessé de se produire. Les Insectes ayant été abandonnés à l'air libre, les mouvements spontanés ont reparu avant la lumière, qui n'a pu être ranimée par une forte excitation que trente minutes après la réapparition des mouvements spontanés.

*Paraldéhyde.* — EXPÉRIENCE IV. — Un Pyrophore soumis en vase clos à l'action des vapeurs de paraldehyde a perdu la propriété photogénique au bout de dix minutes. Elle n'a pu être ra-

nimée par l'excitation mécanique, alors que les mouvements de marche étaient à peine influencés.

Les indications fournies par l'action de l'acide sulfureux, de l'aldéhyde et de la paraldéhyde sont favorables à l'hypothèse d'une combustion photogène. Toutefois, ceux qui attribuent la luminosité à l'activité propre du protoplasma peuvent objecter que les agents réducteurs agissent en tuant la cellule par asphyxie. La cellule lumineuse serait atteinte avant les autres, en raison de son activité physiologique plus grande. On pourrait faire valoir, en outre, que la propriété lumineuse disparaît plus vite encore que dans les gaz réducteurs, si l'on broye les organes lumineux dans un mortier, de façon à détruire complètement la structure de leur tissu, alors même que l'on opère en présence de l'oxygène.

*Nitrite d'amyle.* — Le nitrite d'amyle est considéré par les expérimentateurs, qui ont étudié son action physiologique, comme un agent réducteur, à cause de sa tendance à former des nitrates, au dépens de l'oxygène du sang, chez les animaux supérieurs. En est-il de même chez les Insectes ? C'est ce que nous ne pouvons affirmer; mais, il est certain qu'il détermine des effets comparables à ceux que nous venons de décrire.

EXPÉRIENCE V. — 2 h., un Pyrophore est placé sous une cloche renfermant des fragments de papier imbibé de nitrite d'amyle : il est pris d'agitation au bout d'une demi-minute.

Une minute et demie après le début de l'expérience, il perd la faculté de se mouvoir, et la lumière des appareils thoraciques n'est plus qu'une faible lueur; par le choc, on détermine une augmentation de l'éclat lumineux.

2 h. 3 m. — L'Insecte se remet spontanément en marche, cherche à fuir et tombe sur le dos ; puis, il fait des efforts pour se relever et, à ce moment, l'éclat des appareils prothoraciques et ventraux devient très vif.

2 h. 15 m. — Les mouvements des pattes sont très rapides et la lumière est assez vive.

2 h. 20 m. — L'Insecte marche ; mais, les plaques prothoraciques sont éteintes. On peut les ranimer par l'excitation; la plaque ventrale éclaire spontanément.

2 h. 50 m. — Titubation, marche difficile, le côté gauche est manifestement plus faible ; on ne provoque que très difficilement une faible lueur par une excitation mécanique. La plaque ventrale est toujours lumineuse, mais son éclat diminue.

3 h. — Les plaques ventrales et prothoraciques sont éteintes ; on observe encore des mouvements très lents du côté des pattes et des antennes. Par l'excitation mécanique, on provoque une exagération des mouvements, mais pas de lumière.

A l'air libre, les mouvements de marche ne tardent pas à reparaître, un peu avant la lumière.

*Hydrogène phosphoré gazeux.* — C'est à la combustion de l'hydrogène phosphoré que M. Jousset (de Bellesme) attribue, sans preuves suffisantes, la cause de la lumière du Lampyre (1). Pour cette raison et pour d'autres encore, il était intéressant de voir ce que deviendrait la fonction photogénique des Pyrophores en présence de ce gaz.

Expérience VI. — Un Pyrophore est introduit dans un flacon plein d'air où l'on a fait pénétrer quelques bulles d'hydrogène phosphoré gazeux : L'Insecte perd rapidement les mouvements spontanés ou provoqués ; puis, la faculté photogénique.

Soumis à plusieurs alternatives de dépression barométrique et de rétablissement de la pression, ce qui permet de faire une sorte de respiration artificielle, il retrouve les mouvements, longtemps avant la faculté photogénique.

Un tel résultat ne nous paraît pas conciliable avec l'hypothèse d'une combustion d'hydrogène phosphoré dans les trachées de l'appareil lumineux, alors même qu'il s'agirait d'une combinaison différente du phosphore avec l'hydrogène.

## § 4. — *Agents anesthésiques.*

*Acide carbonique.* — Nous avons placé ce gaz au nombre des agents anesthésiques, en raison des effets qu'il détermine quand on le fait respirer aux Insectes, sous pression et en présence d'une quantité suffisante d'oxygène pour éviter l'asphyxie.

Expérience I. — Plongés dans l'acide carbonique pur, deux Pyrophores ont perdu rapidement et simultanément les mouvements et la lumière. Ces Insectes ayant été aussitôt retirés, on ne tarda pas à voir reparaître, d'abord la lumière, puis les mouvements.

Dans ce cas, le résultat est complexe et l'on peut attribuer

(1) Jousset (de Bellesme), *Recherches expérimentales sur la phosphorescence du Lampyre*. Journ. de l'anat. et de la physiol., XVI, 318, 1880.

l'effet produit en grande partie à la privation d'oxygène. Il n'en est plus de même dans l'expérience suivante :

Expérience II. — Un Pyrophore très lumineux et très actif est introduit dans le récipient de la machine à compression plein d'oxygène à la pression normale : il se comporte à ce moment comme ceux dont nous avons parlé antérieurement.

On comprime alors de l'acide carbonique pur dans l'appareil, de façon à obtenir un mélange de quatre parties de ce gaz et de une partie d'oxygène, sous une pression de cinq atmosphères. Au bout de quatre à cinq secondes, après avoir jeté une lueur fugitive plus vive, les appareils s'éteignent brusquement et nulle excitation mécanique ne peut les ranimer.

Les mouvements spontanés ou provoqués ont disparu deux minutes après la lumière.

La pression du mélange est alors ramenée à 0m76 ; mais, au bout d'un quart d'heure, l'Insecte est dans le même état. Remis à l'air libre, il recouvre en une demi-minute d'abord les mouvements, puis la lumière de la plaque ventrale et, presqu'aussitôt après, celle des appareils prothoraciques.

Il est bien évident que l'on ne doit attribuer, ni à l'asphyxie, ni à la pression agissant mécaniquement les effets observés qui sont dus exclusivement à l'acide carbonique qui agit, dans ces conditions, à la manière des vapeurs anesthésiques.

Lorsque la tension de l'acide carbonique est moins forte dans le mélange, la faculté photogénique n'est pas modifiée, même après un séjour de longue durée dans ce milieu.

Expérience III. — Deux Pyrophores ont vécu pendant 24 heures dans un mélange à parties égales d'acide carbonique et d'oxygène, à la pression normale, sans manifester autre chose qu'un certain ralentissement des mouvements.

Expérience IV. — Deux Pyrophores abandonnés pendant 24 heures dans un mélange de trois volumes d'oxygène et d'un volume d'acide carbonique n'ont paru en aucune façon incommodés.

Expérience V. — Une plaque abdominale isolée et brillante est restée lumineuse pendant une demi-heure dans l'acide carbonique pur. En élevant la pression de ce gaz jusqu'à cinq atmosphères, elle a perdu rapidement sa lumière. Placée dans l'oxygène, elle n'a pu retrouver son éclat, même après que la tension de ce gaz eût atteint cinq atmosphères.

Ainsi donc, qu'il s'agisse d'un Insecte entier ou d'un organe

isolé, il faut que la tension de l'acide carbonique soit assez forte pour qu'il agisse autrement que comme un gaz inerte.

*Protoxyde d'azote.* — On sait, depuis les belles recherches de notre savant maître, M. le Professeur Paul Bert (1), que, sous la pression de un quart d'atmosphère, dans un mélange de trois quarts de protoxyde d'azote et de un quart d'oxygène, la tension du gaz anesthésique reste suffisante, l'asphyxie étant évitée, pour produire une anesthésie complète et prolongée. Ces expériences ayant été faites seulement chez les animaux vertébrés à sang chaud, il y avait lieu d'étudier l'action de cet agent anesthésique sur des Invertébrés et en particulier chez nos Insectes lumineux.

Mais, nous devons rechercher d'abord ce que deviennent les Pyrophores, lorsqu'on les plonge dans le protoxyde d'azote pur. Cette expérience est nécessitée par l'assertion, assez singulière, de Macaire, qui a prétendu que les Lampyres se comportaient dans le protoxyde d'azote comme dans l'oxygène (2).

Expérience VI. — Un Pyrophore (femelle) est placé dans un flacon rempli de protoxyde d'azote pur. Au bout d'une minute, on voit cesser les mouvements spontanés. Mais, pendant une heure, durée du séjour de l'Insecte dans le flacon, il a toujours été possible de provoquer quelques mouvements incoordonnés par l'excitation mécanique et, à chaque excitation, le choc était suivi de l'émission de la lumière, avec son intensité ordinaire et sans modification de la teinte normale ; dans l'intervalle des excitations, les organes lumineux émettaient une faible lueur verdâtre.

L'Insecte remis à l'air libre reprit aussitôt ses mouvements volontaires et le pouvoir d'émettre spontanément de la lumière.

Il n'est pas exact de dire que les Pyrophores se comportent dans le protoxyde d'azote comme dans l'oxygène; mais, ce qui est bien certain, c'est que le protoxyde d'azote pur n'agit pas sur eux à la manière des gaz inertes (azote, hydrogène). Il semble que les phénomènes respiratoires soient susceptibles de se continuer dans le protoxyde d'azote, au moins d'une manière incomplète.

L'expérience VI ayant été répétée plusieurs fois, le résultat fut toujours le même.

Expérience VII. — Un Pyrophore a séjourné dans un flacon contenant un mélange de quatre volumes de protoxyde d'azote et

(1) Paul Bert, *Sur l'emploi du protoxyde d'azote comme anesthésique à action prolongée.* Société de Biologie, 1878.

(2) Macaire, *Loc. cit.*, p. 261.

de un volume d'oxygène, à la pression normale, pendant trois heures. Il s'est comporté pendant ce temps comme dans l'air.

Expérience VIII. — 5 h. 10 m., on introduit un Pyrophore dans l'appareil à compression préalablement rempli d'oxygène pur ; puis, on refoule dans le récipient du protoxyde d'azote jusqu'à ce que le manomètre indique une pression de cinq atmosphères.

5 h. 15 m. — Par l'excitation mécanique, on n'obtient pas de lumière.

5 h. 20 m. — Mouvements spontanés, émission de lumière peu intense par les organes thoraciques, appareil ventral très brillant. La lumière est persistante et l'Insecte écarte ses élytres à plusieurs reprises.

5 h. 22 m. — Mouvements spontanés : lumière émise par les plaques prothoraciques.

5 h. 45 m. — Mouvements continus, mais un peu paresseux ; émission continue de lumière faible.

6 h. 10 m. — Mouvements des pattes et des ailes ; lumière difficilement provoquée par le choc, mais émission soutenue de lumière faible qui s'exagère par instants spontanément.

On rétablit alors la pression normale ; les mouvements deviennent plus actifs et la lumière est permanente : on exagère facilement son intensité par l'excitation mécanique.

Cette expérience nous montre que le mélange de protoxyde d'azote et d'air n'est pas anesthésique pour les Insectes, même à la pression de cinq atmosphères et que son action ne peut être comparée à celle des anesthésiques généraux que nous allons étudier maintenant (1).

*Ether sulfurique.* — Expérience IX. — 10 h. soir, on introduit un Pyrophore très alerte et très lumineux dans un flacon contenant 500c.c. d'air, dans lequel on a volatilisé 2c.c.5 d'éther.

(1) *Remarque.* — C'est là une nouvelle preuve à l'appui de l'opinion que nous avons soutenue (*a*), à savoir que le protoxyde d'azote est un poison spécial et non un poison général, puisque, sous des pressions de cinq et même de sept atmosphères, il ne provoque pas le phénomène de deshydratation du protoplasma et n'anesthésie pas la Sensitive. Il est probable que ce gaz agit exclusivement sur un élément qui ne se rencontre ni chez la plante, ni chez les Invertébrés, mais peut-être sur le globule rouge du sang et plus particulièrement sur l'hemoglobine qui n'existe pas chez les Insectes.

(*a*) R. Dubois, *Action du protoxyde d'azote sur les Etcheveria*. Soc. de Biol., 1885. Id., *Contribution à l'étude de la physiologie générale des anesthésiques*. Soc. de Biol., 1885.



10 h. 21 m. — Mouvements de marche difficiles, incoordonnés, puis immobilité absolue, sauf du côté des antennes qui exécutent quelques petits mouvements.

10 h. 22 m. — Extinction progressive des appareils prothoraciques : quelques mouvements des antennes persistent, mais ils ne tardent pas à disparaître complètement, ainsi que la lumière du prothorax. La plaque ventrale s'éteint après les deux autres.

10 h. 23 m. — L'Insecte est aussitôt retiré du flacon, il est inerte ; mais, en excitant mécaniquement la membrane qui réunit le thorax à l'abdomen, on provoque une détente du ressort accompagnée du bruit ordinaire et, contrairement à ce qui se produit toujours, le choc n'est suivi d'aucune lueur du côté des plaques prothoraciques.

10 h. 21 m. — Les mouvements spontanés reparaissent, d'abord dans les antennes ; puis, dans la première patte, à droite : à ce moment se manifeste un éclairage spontané des plaques prothoraciques.

10 h. 33 m. — Les mouvements spontanés apparaissent également dans la troisième paire de pattes et aussitôt la lumière reparaît dans la plaque ventrale.

10 h. 35 m. — L'Insecte jouit alors de tous ses mouvements ; mais, ils sont lents et difficiles, surtout dans les membres postérieurs. Le lendemain, l'Insecte est très alerte.

*Chloroforme.* — Expérience X. — Un Pyrophore est placé dans un flacon plein d'air saturé de vapeurs de chloroforme : au bout de vingt secondes, la motilité est abolie et les plaques thoraciques n'émettent plus de lumière, même après une forte excitation.

On retire l'Insecte du flacon ; il paraît avoir cessé de vivre. A l'air libre, au bout de cinq minutes, la lumière reparaît d'abord dans la plaque ventrale : on constate de légers mouvements des antennes, puis de la première patte droite, puis de la seconde du même côté. Les mouvements reparaissent ensuite dans les deux membres antérieurs du côté gauche.

Trente-cinq minutes seulement après le début de l'expérience, les mouvements se montrent dans la troisième paire de pattes : l'Insecte ouvre alors ses ailes et met à découvert la plaque ventrale qui est très brillante ; mais, on ne peut pas encore faire reparaître la lumière dans les appareils prothoraciques, même après une forte excitation mécanique.

Ce n'est qu'au bout d'une heure qu'une légère lueur spontanée se montre d'abord à droite, puis à gauche, dans les plaques pro-

thoraciques : à ce moment, l'Insecte fait des efforts pour se remettre en marche. Il ne tarde pas à retomber dans un état de somnolence qui se prolonge pendant une heure après le réveil de la sensibilité. Il exécute enfin des mouvements incoordonnés pendant lesquels la lumière prothoracique brille assez vivement et sans intermittence.

Le lendemain, l'Insecte est complètement revenu à son état normal.

Expérience XI. — Un Pyrophore est placé dans un mélange titré d'air et de chloroforme dans les proportions d'un gramme du liquide anesthésique volatilisé dans dix litres d'air (mélange à 10 0/0 de M. P. Bert). Il ne cesse d'émettre de la lumière par les appareils prothoraciques qu'au bout de douze minutes. Les mouvements persistent; mais, ils sont ralentis : la plaque ventrale brille spontanément et très vivement à diverses reprises.

Même état dix-sept minutes après le début de l'expérience. L'Insecte retiré du flacon marche très difficilement, mais la lumière reparaît presqu'aussitôt, d'abord à gauche, puis à droite. L'intensité lumineuse augmente avec la facilité des mouvements. Au moment où elle reprend son éclat ordinaire, les mouvements sont absolument normaux.

Ce qui ressort nettement de ces expériences c'est que la luminosité et la motilité paraissent liées d'une manière très intime; cette corrélation s'explique facilement par le rôle que jouent les muscles dans l'accomplissement du phénomène lumineux (V. chap. IV § 4).

Chez les Insectes anesthésiés par les procédés que nous venons de décrire, on provoque facilement l'extinction comme nous l'avons indiqué : elle paraît complète à la lumière du jour; mais, en réalité, si l'on observe les organes lumineux d'un Pyrophore profondément anesthésié, dans le cabinet noir, on constate qu'une très légère lueur persiste : elle peut même être perçue plusieurs heures après la mort de l'animal. Il en est de même lorsqu'on expose des organes lumineux isolés à l'action des vapeurs de chloroforme; mais, ils ne retrouvent pas leur luminosité première, quand on les remet à l'air libre.

Nous avons, à diverses reprises, pu faire reparaître la lumière dans les appareils lumineux, avec son éclat ordinaire, en exerçant au moyen du doigt une pression sur l'abdomen de Pyrophores éteints par les anesthésiques. Nous n'insistons pas sur ce fait dont on trouvera plus loin l'explication (V. chap. IV, § 3).

*Sulfure de carbone.* — Les vapeurs de ce liquide qui agissent, sur les Vertébrés supérieurs à la manière des anesthésiques généraux, ont donné un résultat différent que nous mentionnons sans chercher à l'interpréter.

Expérience XII. — Un Pyrophore introduit dans une cloche renfermant de l'air saturé de vapeurs de sulfure de carbone a perdu la propriété d'émettre de la lumière, même après une violente excitation mécanique, alors que les mouvements de marche s'exécutaient avec une très grande facilité et une régularité parfaite.

*Benzine.* — Nous ferons, à propos de l'action des vapeurs de ce carbure d'hydrogène, la même remarque que pour le sulfure de carbone.

Expérience XIII. — Un Pyrophore placé dans l'air saturé de vapeurs de benzine titube au bout de trois minutes, étend ses ailes; puis, tombe sur le dos en exécutant des mouvements incoordonnés. Les appareils thoraciques sont éteints et ne répondent pas à l'excitation. Treize minutes après le début de l'expérience, on voit se produire des poussées de lumière assez vives suivies d'extinctions pendant lesquelles une excitation mécanique assez forte ne peut faire reparaître la lumière : au moment auquel se montrent ces poussées lumineuses, les pattes exécutent des mouvements incoordonnés probablement convulsifs.

Deux heures après avoir été retiré de la cloche, l'Insecte marchait régulièrement; mais, il était impossible d'obtenir de la lumière des plaques thoraciques, tandis que l'appareil abdominal était lumineux.

Le lendemain, les trois appareils étaient lumineux et excitables.

### § 6. — *Action des poisons non gazeux.*

Matteucci paraît être le premier expérimentateur qui se soit servi des poisons non gazeux pour chercher à élucider le mécanisme physiologique de la fonction photogénique chez les Lampyres (1).

Les procédés employés par ce savant étaient défectueux à plus d'un point de vue.

Matteucci faisait des solutions d'extrait de noix vomique et

(1) *Op. cit.*, p. 168.



d'extrait d'opium et immergeait des Lampyres dans ces solutions.

En opérant de cette façon, il vit que les Insectes mouraient sept à huit fois plus vite dans la solution d'extrait de noix vomique que dans l'eau pure. Au contraire, dans la solution d'extrait d'opium, la phosphorescence continuait pendant huit à dix minutes de plus que dans l'eau. Il ajoute que les Vers luisants, qui ont cessé de briller dans l'eau, retrouvent leur pouvoir photogénique lorsqu'on les remet à l'air libre, tandis que ceux qui se sont éteints dans les solutions de noix vomique et d'opium cessent pour toujours de briller et meurent : « Par là » dit-il « est prouvée l'action de certaines substances sur la phosphorescence qui, selon toute probabilité, ne peuvent agir en altérant la matière phosphorescente ».

Mais, outre que les Lampyres se prêtent difficilement à l'observation des manifestations toxiques, le procédé de l'immersion est absolument défectueux parce qu'il ne permet pas de séparer ce qui appartient à l'asphyxie de ce qui est déterminé par le poison.

Plus tard, Owsjannikow (1) s'est servi comme réactifs physiologiques de l'azotate de strychnine, de la fève de Calabar, du curare.

Les organes lumineux des larves de Lampyres séparés du corps de l'Insecte furent posés chacun sur une lamelle de verre, et mouillés avec une solution de curare, d'azotate de strychnine et avec une décoction de fève de Calabar. Les lames furent déposées sur une glace de verre poli recouverte avec une cloche, pour empêcher la dessication des objets. Ces préparations placées dans l'obscurité continuèrent à luire pendant plus d'une heure et demie, comme si elles avaient été mouillées avec de l'eau ou avec un liquide neutre (2).

Owsjannikow s'appuie sur ces expériences pour combattre l'opinion de Kölliker qui place le phénomène lumineux directement sous l'influence du système nerveux.

Dans nos expériences sur les Pyrophores, nous nous sommes servi d'un procédé au moyen duquel nous avons fait autrefois de nombreuses recherches sur l'action des poisons sur les Invertébrés et en particulier sur les Articulés. Ce procédé consiste à

(1) *Loc. cit.*, 1867.

(2) *Remarque*. — La petite quantité de solution de curare dans laquelle on avait fait séjourner l'organe lumineux fut suffisante pour tuer une Grenouille. La solution d'azotate de strychnine en contenait 0g03 dans 15cc d'eau. La décoction de fève de Calabar avait été faite avec un gramme de poudre de fève et 15cc d'eau.

injecter lentement un nombre de gouttes déterminé d'une solution toxique, dans la cavité générale, au moyen d'une seringue de Pravaz munie d'une fine canule que l'on fait pénétrer entre les anneaux abdominaux, par les parties latérales.

Des injections d'eau pure faites sur un certain nombre d'Élaters nous avaient prouvé qu'ils pouvaient sans inconvénients supporter cette petite opération et continuer à vivre après comme avant, à la condition d'opérer avec quelques soins.

Les Pyrophores se prêtent bien à ce genre d'expériences ; mais, il n'en est pas de même des Lampyrides. Chez ceux-ci, la mollesse des téguments fait qu'une partie du sang s'échappe par la petite plaie déterminée par la canule, en même temps qu'une certaine quantité du liquide toxique, ce qui constitue des conditions expérimentales défectueuses.

*Curare.* — L'action du curare sur la fonction photogénique a été étudiée non seulement par Owsjannikow mais aussi par M. Enrico Stassana, de Naples (1). Cet expérimentateur ayant injecté quelques gouttes d'une solution de curare dans la cavité abdominale d'un Lampyre, vit cet Insecte perdre la faculté de remuer les pattes et de fléchir le corps. Cependant, on pouvait en excitant l'abdomen au moyen d'une aiguille provoquer le retour de la phosphorescence des anneaux postérieurs ; une dizaine d'heures après la perte des mouvements, la phosphorescence se produisait encore.

De cette unique expérience, M. Stassana croit pouvoir tirer cette conclusion, à savoir que l'organe lumineux des Lampyres n'est pas placé sous l'influence de la volonté, comme on l'a dit. Il émet l'opinion que cet organe est innervé par quelque ganglion qui, chez les Lampyres, jouerait le rôle des ganglions sympathiques chez les animaux supérieurs et dont les fonctions sont les dernières à être paralysées par le curare.

Nous ferons remarquer d'abord que, pour provoquer une excitation mécanique sur l'abdomen du Lampyre, il est nécessaire d'exercer une certaine pression et que celle-ci peut suffire pour provoquer le retour de la luminosité en dehors de toute excitation nerveuse, comme cela a lieu chez les Pyrophores dans certaines conditions (V. 1re part., ch. II, § 1).

De même que M. Stassana, nous avons fait, en 1883, au Labo-

(1) Enrico Stassana, *Du curare dans la série animale*. Mém. de la Soc. de Biol. 1883, p. 62.

ratoire maritime de physiologie du Hâvre, un grand nombre d'expériences pour étudier l'action du curare chez les Invertébrés. Si nous n'avons pas publié tous nos résultats, c'est que nous ne les avons pas trouvés assez concluants (1). Ce défaut de netteté nous explique les divergences d'opinion des auteurs qui se sont occupés de cette question. Nous ne pensons pas qu'il soit actuellement possible de conclure des Vertébrés aux Invertébrés. M. Vulpian, qui a fait de nombreuses expériences sur ces derniers et en particulier sur des larves d'Insectes aquatiques, s'exprime ainsi : « Il est certain toutefois que la plupart de ces animaux sont moins sensibles à l'action du curare que les Vertébrés, et même, pour certains d'entre eux, l'influence du curare est relativement si faible, et il faut pour obtenir des résultats employer de si fortes doses de poison, que l'on peut bien conserver des doutes (2). »

Cependant, nous ne nous sommes pas cru dispensé de rechercher quelle pouvait être l'action du curare sur la fonction photogénique des Pyrophores.

Sur six Élatères lumineux, nous avons fait avec précaution et très lentement des instillations d'une solution saturée de curare très actif : une quantité égale à celle-ci était suffisante pour paralyser une Grenouille de forte taille. Nos Pyrophores n'ont éprouvé aucun phénomène caractéristique : tout au plus, pouvait-on constater un peu de paresse à se mettre spontanément en marche. Quand on les excitait, la lumière augmentait d'éclat dans les organes du prothorax et ils marchaient en remuant leurs antennes. J'ai pu, pendant plusieurs jours, conserver les Insectes qui avaient reçu le curare en injection intra-abdominale.

Chez un Pyrophore bien lumineux, on introduisit un petit fragment de curare, sous le tégument, dans un point très voisin d'un des appareils lumineux prothoraciques. Ce Pyrophore est resté pendant trois jours en observation : la luminosité n'avait pas été

(1) *Remarque.* — L'action du curare est absolument nulle chez beaucoup d'Invertébrés. Des actinies, entre autres, ont vécu pendant quinze jours dans des solutions de curare (dans l'eau de mer) et ont résisté aux injections de la même substance *(a)*.

(2) Vulpian, *Leçons sur l'action physiologique des substances toxiques et médicamenteuses*. Paris, p. 206, 1882.

*(a)* R. Dubois, *Note sur quelques expériences faites au laboratoire de physiologie maritime du Hâvre pour déterminer l'action toxique comparée de la strychnine, du curare, du chloroforme et de l'alcool sur les Actinies*. Compt. rend. de la Soc. de Biol., (7), IV, p. 304.



amoindrie dans cet appareil, et cependant, en ouvrant le prothorax, je ne retrouvai pas le fragment de curare.

En résumé, chez les Pyrophores curarisés, l'excitabilité est rendue un peu paresseuse, la lumière peut être toujours provoquée, mais, elle est moins persistante.

La luminosité des organes isolés se conserve plus longtemps dans une solution non alcoolique de curare que dans l'eau pure.

*Strychnine.* — L'action de la strychnine sur les Insectes, en général, est beaucoup plus nette que celle du curare. Si l'on étudie l'action physiologique de ce toxique en remontant les degrés de l'échelle animale, c'est chez les Insectes d'abord et particulièrement chez les Coléoptères que l'on observe bien nettement les phénomènes convulsifs que détermine la strychnine chez les Vertébrés.

Expérience. — Cinq gouttes d'une solution saturée de chlorhydrate de strychnine furent injectées dans la cavité abdominale d'un Pyrophore. Quatre minutes seulement après l'injection, l'Insecte se mit à exécuter des bonds violents, presqu'incessants, dans l'intervalle desquels il marchait très rapidement. Après être resté dans cet état pendant trois minutes, il tomba sur le dos pour ne plus se relever.

On observa alors du côté des pattes et des antennes de petits mouvements brusques, comparables à des convulsions cloniques, éclatant tantôt dans une patte, tantôt dans l'autre, sans régularité. Les mouvements d'ensemble se faisaient par des séries de petits mouvements brusques, par des contractions musculaires comme dissociées. Par l'excitation mécanique directe ou en frappant sur la table, on voyait se produire des secousses tétaniques très manifestes. Les secousses ne tardèrent pas à se généraliser et à prendre un caractère intermittent. En examinant la plaque ventrale, on voyait, au moment des secousses, jaillir brusquement un éclair, puis toute la plaque devenait subitement brillante pour s'éteindre rapidement et recommencer ce cycle à de courts intervalles.

En observant cet organe avec une loupe, on distinguait comme une ondée de fluide lumineux pénétrant par la partie moyenne et antérieure de la plaque, s'élançant jusqu'au milieu de celle-ci pour s'étendre par deux canaux latéraux et embrâser tout l'appareil.

Les chocs augmentaient la fréquence et l'intensité des éclairs. La lumière des plaques thoraciques était également intermittente.

La brusquerie dans l'apparition de la lumière et la coïncidence d'une explosion de convulsions musculaires simultanées constituent une nouvelle preuve de l'importance des muscles dans le fonctionnement des appareils lumineux (V. 2e part., chap. IV, § 4) et n'indiquent nullement une action directe du système nerveux sur la substance photogène.

*Cocaïne.* — Expérience. — 3 h. 10 m., on introduit cinq gouttes d'une solution saturée de chlorhydrate de cocaïne dans la cavité générale d'un Pyrophore. Immédiatement paralysie incomplète des pattes rendant la marche très difficile. L'Insecte marche en arrière comme cela se produit après les lésions de la partie antérieure de la commissure des ganglions cérébroïdes (V. 2e part., chap. IV, § 5). Il tombe bientôt sur le côté gauche et est pris aussitôt de convulsions rapides des antennes, des palpes, des pattes, du côté gauche, puis du côté droit. La lumière est très persistante et très vive. Le prothorax est fortement rejeté en arrière.

3 h. 20 m. — Convulsions très fortes dans les pattes et dans les antennes ; la lumière prothoracique est toujours très vive. La plaque ventrale présente quatre points brillants persistants qui correspondent aux points d'insertion des muscles intrinsèques de l'organe lumineux (V. p. 101.) Les dépressions de la cuticule dans ces mêmes points indiquent que ces muscles sont comme contracturés.

3 h. 25 m. — Apparition de petits points lumineux isolés, disséminés irrégulièrement dans la plaque ventrale, puis, production de véritables décharges lumineuses, moins violentes, moins brusques, mais plus persistantes que celles qui sont déterminées par la strychnine. Dans l'intervalle de ces décharges, toute la plaque ventrale conserve une lueur vert sombre.

3 h. 35 m. — La plaque ventrale ne brille plus spontanément ; mais, elle est encore excitable. Les plaques prothoraciques sont très brillantes. Il y a toujours du tremblement dans tous les membres et dans tous les appendices.

4 h. 15 m. — L'Insecte est agité : il est lumineux, cherche à marcher, mais progresse en arrière.

4 h. 30 m. — Mouvements très rapides des pattes, surtout dans la deuxième paire : plaques ventrales et prothoraciques lumineuses.

6 h. 20 m. — L'Insecte est immobile ; mais, quand on l'excite, on détermine des mouvements qui se font par saccades : la lumière paraît en même temps que les mouvements.

7 h. 20 m. — Épuisement manifeste : on ne peut plus ranimer la lumière de la plaque ventrale, si ce n'est vers la périphérie de l'organe, en exerçant une forte pression sur l'abdomen ; mais, à ce moment, les plaques prothoraciques s'éclairent fortement. Mouvements convulsifs très rapides des pattes.

Après une heure environ d'immobilité, l'Insecte a retrouvé ses mouvements normaux et la faculté de produire spontanément de la lumière ; mais, il est très agité.

Cette expérience démontre que la cocaïne n'agit pas sur la fonction photogénique à la manière des anesthésiques généraux et que son action doit être rapprochée de celle de la strychnine (1).

*Atropine.* — EXPÉRIENCE I. — 4 h. 20 m., on injecte cinq gouttes d'une solution de sulfate d'atropine dans la cavité générale d'un Pyrophore : il est presque immédiatement paralysé et ne peut exécuter que des mouvements très limités des pattes. Extinction de la lumière à gauche, puis à droite : le foyer de gauche se ranime et brille, tandis que celui de droite s'éteint presque complètement : cette dissociation n'a pu être obtenue jusqu'à présent que par les courants continus. Enfin, les deux appareils prothoraciques n'émettent plus qu'une faible lueur plus marquée à gauche.

4 h. 30 m. — Petites secousses convulsives des pattes, armures génitales fortement saillantes au dehors. Une violente excitation mécanique fait à peine reparaître les mouvements et la luminosité.

6 h. 20 m. — On peut encore, par un choc violent, ramener quelques mouvements, mais les plaques thoraciques éteintes ne répondent plus à l'excitation.

7 h. 20 m. — L'Insecte ne donne plus aucun signe de vie. En exerçant une certaine pression sur l'abdomen, on fait reparaître la lumière dans la plaque ventrale. Une heure après la mort, on peut obtenir le même résultat.

Cette expérience montre que lorsqu'on fait refluer le liquide de la cavité abdominale vers l'appareil lumineux, celui-ci est encore susceptible de provoquer de la lumière, alors que toute trace de

(1) *Remarque.* — Cette observation est une nouvelle preuve de l'exactitude des idées que nous avons émises à propos de l'action physiologique de la cocaïne sur les végétaux et sur les animaux. (R. Dubois, *Action de la cocaïne sur la germination.* Compt. rend. de la Soc. de Biol., (8), II, n° 2, 1884, et Id., *Action combinée du chloroforme et de la cocaïne.* Compt. rend. de la Soc. de Biol., (8), II, n° 3, 1884.)

vitalité a disparu dans les autres points du corps. Ce phénomène a d'ailleurs été déjà constaté pour d'autres agents toxiques.

Expérience II. — On injecte seulement deux gouttes de solution saturée de sulfate d'atropine à un Pyrophore : il y a un peu de torpeur, de paresse dans la marche ; mais, les organes prothoraciques restent lumineux. Le lendemain, l'animal est revenu à l'état normal.

Donc si la dose de toxique est trop faible pour entraver profondément la motilité, le pouvoir photogénique spontané est conservé.

*Digitaline.* — La digitaline agit en même temps sur la motilité et sur la faculté de produire spontanément de la lumière.

Expérience. — On injecte cinq gouttes d'une solution saturée de digitaline dans la cavité générale d'un Pyrophore. Les mouvements ne tardent pas à devenir plus lents et ceux-ci sont plus difficiles à exciter que la luminosité, qui cependant est faible et de courte durée. La mort survient sept heures après l'injection. Une heure après la mort, on peut encore provoquer l'apparition de la lumière par pression sur l'abdomen.

*Morphine.* — Expérience. — On injecte cinq gouttes d'une solution saturée de chlorhydrate de morphine. Presqu'aussitôt, l'Insecte est très agité, il exécute successivement plusieurs bonds du dos sur le ventre et du ventre sur le dos. Au bout de trois quarts d'heure, la marche devient difficile, impossible même vers la quatrième heure, alors que l'appareil du saut peut encore se tendre et se détendre avec bruit. La mort survient six heures après l'injection. Pendant tout ce temps, les appareils n'ont cessé de briller, et une heure après l'injection, il s'est produit des ondées lumineuses rapides dans la plaque ventrale ; mais, elles ont disparu dès que la marche est devenue impossible.

Une heure après la mort, les appareils devenaient lumineux par pression sur l'abdomen.

*Kaïrine.* — La kaïrine, même à faible dose, détermine en huit à dix minutes la mort des Pyrophores et l'on constate que la luminosité, spontanée ou par excitation, disparaît avant la motilité et la sensibilité. Ce toxique agit-il comme agent asphyxique du sang chez les Insectes, ainsi que cela a lieu chez les animaux à sang rouge ?

S'il en est ainsi, bien que la luminosité soit détruite avant la motilité, on ne saurait faire de cette particularité un argument en faveur de la théorie de la combustion photogène, attendu que

chez les Pyrophores tués par la kaïrine on peut toujours, même plusieurs heures après la mort, ranimer la lumière en faisant refluer le sang dans les organes lumineux par pression sur l'abdomen.

*Sels métalliques.* — Le sulfate de cuivre seul a été essayé. L'injection de quelques gouttes d'une solution faible de ce sel détruit rapidement et définitivement la luminosité avant la motilité et l'animal en expérience meurt assez rapidement. La couleur de la lumière, tant que celle-ci persiste, ne paraît pas modifiée ; mais, il serait intéressant de rechercher si on ne verrait pas apparaître dans le spectre des raies brillantes ou des bandes d'absorption.

La recherche des modifications du spectre sous l'influence des agents toxiques sera faite ultérieurement.

*Substances fluorescentes.* — L'injection de quelques gouttes d'une solution aqueuse d'éosine, dans la cavité générale, détermine un phénomène des plus remarquables. Trois ou quatre secondes après l'injection, on voit la couleur de la lumière, qui est verdâtre, prendre une teinte rouge feu d'un aspect particulier et différent de la nuance de la solution d'éosine employée. J'ai vu persister cette couleur de feu pendant plus d'une heure : au bout de ce temps, la luminosité et la motilité ont cessé presqu'au même moment.

Nous verrons, à propos du rôle du sang dans la fonction photogénique (2e part., chap. IV, § 3), que ce liquide contient normalement une substance susceptible de modifier la nature du spectre de la lumière produite dans le tissu lumineux. Il est très remarquable qu'une matière étrangère ayant avec celle-ci quelqu'analogie, par ses propriétés physiques, modifie aussi profondément la couleur de la lumière émise par les foyers lumineux. Il serait intéressant de rechercher, en particulier, si le passage des rayons chimiques est aboli ou entravé et si les rayons bleus persistent dans la lumière des organes modifiée par l'éosine.

*Action des venins.* — EXPÉRIENCE AVEC LE VENIN DU SCORPION D'AFRIQUE. — 3 h., on fait piquer un Pyrophore entre le 4e et le 5e anneau abdominal par un Scorpion très vivace.

3 h. 30 m. — Mouvements convulsifs, d'abord dans l'antenne droite, puis dans la première patte gauche et enfin dans l'antenne gauche et dans la première patte droite. Les convulsions s'étendent ensuite aux autres pattes gauches, puis à celles du côté droit.

4 h. 15 m. — Les organes lumineux qui sont restés brillants

jusqu'à ce moment commencent à pâlir. On peut ranimer leur éclat par l'excitation mécanique : la lumière persiste plus longtemps au niveau des insertions des muscles latéraux intrinsèques, dans la plaque ventrale. On n'observe pas d'explosions de lumière comme avec la strychnine et avec la cocaïne.

Les convulsions des appendices sont constituées par un tremblement fibrillaire très caractéristique dans l'antenne droite et les pattes du côté gauche.

4 h. 30 m. — La plaque ventrale est éteinte : on peut provoquer par la pression l'apparition de points lumineux dans les parties latérales. L'excitation mécanique fait naître la lumière dans les organes prothoraciques. La motilité est manifestement plus profondément atteinte que la sensibilité.

9 h. 30 m. — L'Insecte, qui jusqu'à ce moment n'a pu faire que des mouvements incoordonnés rendant la marche impossible, retrouve alors la faculté locomotrice; mais, la marche est pénible, hésitante. Quand l'Insecte fait des efforts pour se mettre en marche, les deux plaques prothoraciques émettent spontanément de la lumière. Dans les intervalles de repos, le choc la fait reparaître : elle acquiert alors plus d'intensité à droite qu'à gauche (les pattes de ce côté sont plus profondément atteintes que celles du côté droit).

Le lendemain, à dix heures du soir, l'animal exécute encore quelques mouvements de marche, mais, il se traîne péniblement; la lueur émise par les plaques est très faible, mais elle est perceptible dans les trois appareils.

Le jour suivant, à la même heure, l'Insecte est absolument inerte : les plaques thoraciques sont lumineuses, quoique faiblement. L'organe ventral est presque éteint. On ne constate aucun signe de vie. La pression sur l'abdomen n'augmente pas la luminosité : l'épuisement est manifestement complet. Il n'y a pas de rigidité : au contraire, les articulations sont remarquablement mobiles et les muscles ne se contractent plus sous l'influence de l'excitation faradique.

D'une manière générale, il résulte de ces expériences, en dehors des remarques particulières auxquelles elles ont donné lieu, que les poisons, quelle que soit leur nature, n'agissent pas spécialement et directement sur la substance photogène. Des perturbations différentes portant sur la motilité ou la sensibilité accompagnent la perte de l'excitabilité lumineuse, précédant ou suivant de très près l'extinction de la lumière. Celle-ci, d'ailleurs, persiste

souvent longtemps à l'état d'une faible lueur qui indique que le phénomène essentiel de la luminosité se continue après que toute autre manifestation vitale a disparu. Bien plus, dans l'immense majorité des cas, chez les Insectes tués par les poisons, on a pu faire reparaître la lumière en faisant refluer le sang vers les organes éteints.

Ces faits trouveront naturellement leur explication dans l'étude même de l'influence des diverses fonctions sur la production de la lumière, sans qu'il soit nécessaire d'entreprendre ici une discussion prématurée et d'ailleurs superflue.

---

## CHAPITRE IV.

### ÉTUDE DES DIVERSES FONCTIONS ET DE LEURS RAPPORTS AVEC LA PRODUCTION DE LA LUMIÈRE.

#### § 1. — *Mœurs des Pyrophores. — Champs d'éclairage. — Organes des sens.*

Après ce qui a été rapporté dans la première partie de ce travail, il n'est pas nécessaire d'insister beaucoup sur les mœurs de ces Coléoptères. A la Guadeloupe, la période pendant laquelle on trouve des Insectes parfaits dure environ six mois, d'avril en septembre. Il ne nous est pas possible de dire quelle est la durée de la vie de l'Insecte parfait : il est seulement probable que quelques-uns sont susceptibles de passer l'hiver; car, dans le premier envoi que nous avons reçu au mois d'avril, il y avait déjà de toutes jeunes larves nouvellement écloses. Il y en avait également dans les détritus de bois, au milieu desquels se trouvaient les Insectes expédiés au mois d'août. Les ovaires des femelles étaient remplis d'œufs très développés. Dans ces climats où les variations de température sont peu accentuées, il est possible que l'éclosion et le développement se fassent indistinctement à toutes les époques de l'année.

Nous n'avons jamais assisté à l'accouplement des mâles avec les femelles et l'on ne sait rien de l'influence de cet acte physiologique sur la production de la lumière.

A la Jamaïque, d'après Gosse, elles sont communes dans les

terres basses et les hauteurs modérées de février jusqu'au milieu de l'été.

Au Mexique, la plus petite des deux espèces étudiées par M. Heinemann dure depuis la fin de mars jusqu'à la fin de mai; celle de la grande espèce, de la fin d'avril à la fin de juin; mais, cette période peut être raccourcie par l'arrivée précoce des grandes pluies.

D'après cet auteur, on peut les garder quatre semaines en captivité, en les nourrissant avec de la Canne à sucre et de belles fleurs de *Plumeria* : on les baigne aussi, une fois par jour, dans de l'eau fraîche. Leur séjour est le buisson ou la forêt; mais, souvent ils s'envolent loin de là. Le territoire qu'ils occupent est la *Pierra calliente* la plus chaude et les golfes chauds du Mexique.

Suivant M. le marquis de Dos Hermanas, qui a apporté à Paris une grande quantité de ces Insectes en 1873, les Cucujos paraissent généralement, dans l'île de Cuba, vers la fin d'avril, à la suite des premières pluies et ils abondent principalement dans les lieux boisés et les champs de Canne à sucre. Ils en sortent au crépuscule et cessent de voler très promptement : leur promenade nocturne ne dure que deux à trois heures. Ils se cachent dans les creux des arbres, dans les troncs pourris, sous les larges tapis des herbes des prés et dans les parties fraîches des plantations de Canne. Ils cessent ordinairement de paraître vers la fin de juillet, ou le commencement d'août, mais, ils se conservent bien dans des paniers à jour ou dans des cages jusqu'en septembre et octobre, pourvu qu'on les soigne avec intelligence et assiduité.

La ponte s'effectue dans les troncs d'arbre vermoulus où les larves se développent et creusent des galeries.

Le bruit qu'ils produisent avec l'appareil à ressort du saut, qui a valu à nos *Taupins* le nom de *Maréchaux* et surtout la clarté qu'ils donnent sous bois leur a fait donner à la Guadeloupe celui de *Clindindin, Clin-clin-bois*, sous lequel les Nègres les désignent. Lorsqu'un certain nombre de ces Insectes sont groupés dans le bois, le tapage qu'ils font, avant de prendre leur vol, est assez considérable pour être entendu à une notable distance.

C'est dans des caisses en bois, contenant de ces tronçons vermoulus et creusés de galeries, que les Insectes expédiés par les soins de M. Guède nous sont parvenus. Ces caisses ne recevaient le jour que par une ouverture étroite fermée par une toile métallique.

Cette disposition offre le double avantage d'empêcher la lumière de pénétrer en trop grande abondance et de s'opposer au dessèchement trop rapide des vermoulures de bois, qui doivent être tenues constamment humides.

Dans l'intérieur des boîtes, on avait placé des tiges de Canne à sucre fendues en deux moitiés suivant leur longueur. Chaque moitié du cylindre était creusée d'une gouttière longitudinale. En appliquant, l'une contre l'autre, les deux surfaces de section, on avait au centre de la tige un canal dans lequel les Pyrophores trouvaient réunies toutes les conditions favorables à leur conservation. On évite ainsi un dessèchement trop rapide de la Canne à sucre et l'on peut chaque jour mettre à nu les couches plus profondes, d'où s'écoule une nouvelle quantité de suc : le même fragment peut ainsi servir pendant plusieurs jours.

Grâce à ces ingénieuses dispositions, nous avons pu conserver pendant six semaines des Pyrophores à Paris; mais, en moyenne, ils ne durent que trois à quatre semaines.

Nous savons déjà que ces Insectes sont crépusculaires, c'est-à-dire qu'ils se mettent en mouvement et brillent seulement à l'approche de la nuit et pendant une partie de celle-ci.

Mais, d'après Perris (1), plusieurs espèces d'Élaters européens non lumineux sont également nocturnes ou tout au moins crépusculaires : « Durant le jour », dit cet auteur, « on les trouve endormis dans les troncs ou sous les écorces : enfermés vivants dans des boîtes, ils demeurent immobiles pendant le jour et s'agitent, dès l'entrée de la nuit. »

Cette périodicité, cette exacerbation vespérale est extrêmement remarquable chez les Pyrophores, et présente un intérêt tout particulier. Ces Insectes enfermés pendant plusieurs jours dans un cabinet noir, dont la température était sensiblement constante, entraient chaque soir à la même heure en activité et aussitôt se mettaient à éclairer vivement.

Cette suractivité vespérale s'observait même sur des Pyrophores ayant pendant toute la journée servi à des expériences qui devaient avoir produit un certain degré d'épuisement. Ceux qui étaient maintenus dans le cabinet noir commençaient à briller dès que le jour baissait au dehors. Quel sens particulier pouvait les renseigner sur les variations horaires extérieures?

(1) Perris, *Loc. cit.*

Ce fait nous parait aussi difficile à expliquer que les exacerbations vespérales de la fièvre, dans certaines maladies.

On est alors en droit de se demander si le Pyrophore produit de la lumière parce qu'il en a besoin pour se guider ou bien si l'apparition de la lumière n'est que le résultat de la suractivité vespérale.

La vérité est que ces deux phénomènes, lumière et activité générale, sont intimement unis : ils sont à ce point corrélatifs qu'il est difficile de dire lequel des deux commande à l'autre.

Mais avant de rechercher par la voie expérimentale si le Pyrophore se sert des organes lumineux, comme nous nous servons d'une lumière artificielle, il importe de déterminer la direction des rayons qui émanent de ces organes lumineux et de fixer les limites des parties circonvoisines de l'Insecte qu'ils peuvent éclairer.

Nous avons étudié, avec M. Aubert, les limites de l'espace éclairé par l'Insecte dans différentes directions (champ d'éclairage), au moyen de la méthode suivante :

L'Insecte étant maintenu immobile, nous avons placé à une certaine distance un écran sur lequel nous avons marqué les contours de la surface éclairée. Cette limite ne peut être tracée d'une manière absolue, puisque la lumière va en s'affaiblissant graduellement; si on place une pointe au milieu de l'écran et qu'on l'éloigne du centre de la région éclairée vers les bords, à une certaine distance l'ombre de la pointe n'est plus visible. On marque la position de la pointe à cet instant. On répète la même expérience dans différentes directions et on obtient ainsi une série de points que nous supposons placés à la limite du champ d'éclairage.

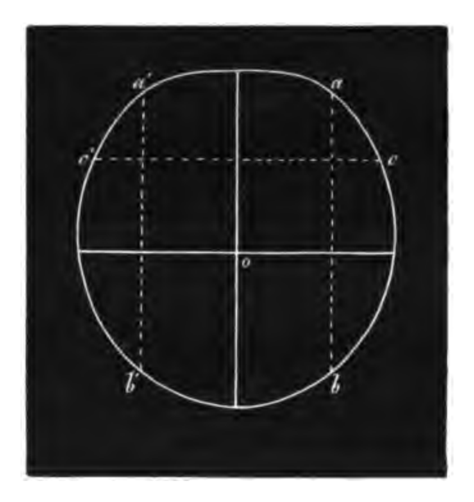


Fig. vi. — Champ d'éclairage antérieur : écran à $0^{m}50$.

En joignant ces points par une ligne continue, on a la forme et les dimensions de la surface éclairée.

Nous avons déterminé cette surface pour quatre positions de l'écran.

1° Sur un écran vertical placé en avant à 0m50 de l'Insecte.

2° ..... latéralement, à la même distance ;

3° ..... horizontalement placé au-dessus de l'Insecte, à la même distance ;

4° Sur un plan horizontal supportant l'animal, à la même distance.

Dans les quatre cas, l'Insecte était placé horizontalement. La forme et les dimensions du champ d'éclairage, dans ces divers

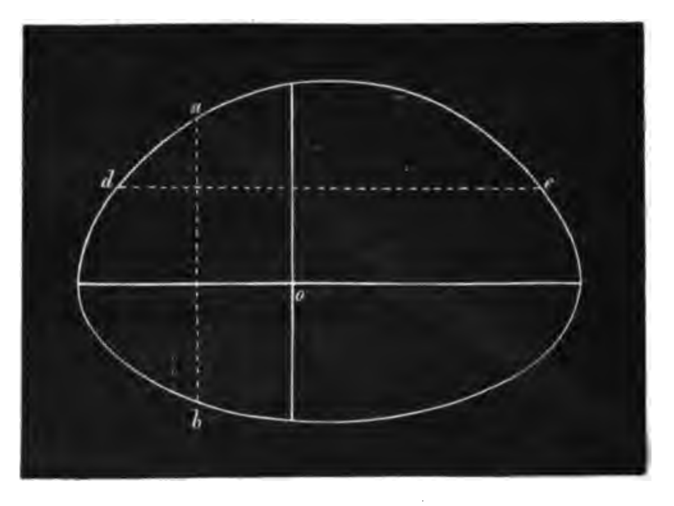



Fig. VII. — Champ d'éclairage latéral (*a*, *b*, *d*, partie antérieure).

cas, sont indiqués par les figures suivantes exécutées toutes à la même échelle (1/40 ou 1/4 de millimètre pour un centimètre).

L'examen de ces courbes suffit pour se rendre compte de l'étendue et de la forme du champ d'éclairage dans les différentes directions où nous l'avons étudié.

Les figures VI, VII et VIII s'accordent sensiblement entre elles. Dans les expériences correspondantes, l'écran était à la même distance de l'Insecte. Ces courbes doivent avoir un certain nombre de points communs (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, *e'*) qui ont été marqués des mêmes lettres dans les trois figures.

L'examen de ces figures montre que la lumière émise par les appareils prothoraciques du Pyrophore noctiluque peut éclairer très largement les parties situées dans les trois directions princi-

pales, en avant de l'Insecte, latéralement et supérieurement Au contraire le plan inférieur n'est que faiblement éclairé et le champ d'éclairage dans ce plan est très restreint.

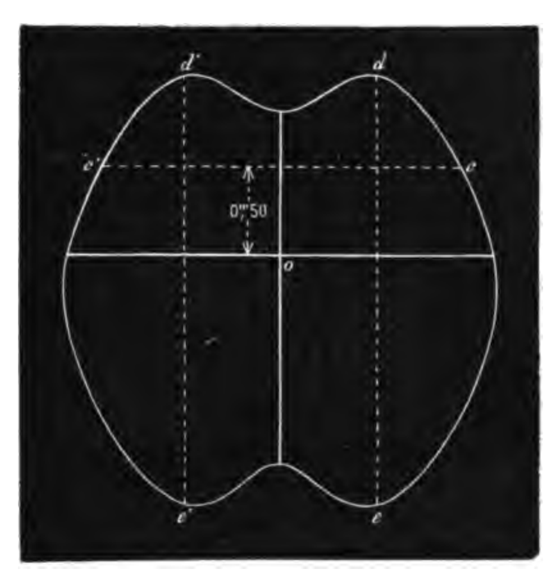



Fig. VIII. — Champ d'éclairage supérieur (*d'*, *d*, avant ; *e'*, *e*, arrière).

On ne peut se refuser à admettre ici l'existence d'une véritable adaptation au milieu.

Lorsque l'Insecte marche dans l'obscurité, il se sert uniquement de ses appareils prothoraciques éclairants et il n'est pas nécessaire que les objets situés au-dessous du thorax et de l'abdomen, et presqu'en contact avec lui, soient éclairés. Il n'en est plus de même pendant le vol et pendant la natation ; aussi, voyons-nous l'Insecte démasquer sa belle lanterne abdominale, qui s'éclaire aussitôt par le fait même du mouvement qui la met en évidence ; et, pendant tout le temps qu'il vole, il projette au-dessous de lui un éclairage intense, dont le champ est beaucoup plus étendu que celui des appareils pro-

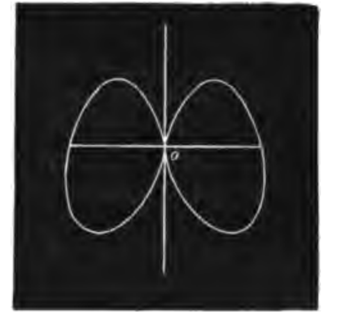



Fig. IX. — Champ d'éclairage inférieur (partie antérieure au-dessus du point *o*).

thoraciques. Il nous a malheureusement été impossible d'en fixer exactement les limites; mais, sa forme générale rappelle celle du champ supérieur d'éclairage (fig. VIII) beaucoup plus développé et d'une intensité lumineuse au moins quadruple.

Enfin, un autre fait plus important encore plaide en faveur de l'idée que les appareils lumineux, par leur situation et leur fonctionnement, répondent à une adaptation particulière : c'est que l'appareil ventral n'existe pas chez la larve, qui ne vole pas, et qu'il se montre au moment où apparaissent les ailes, dont le jeu est intimement lié à celui de cet organe, lequel ne peut être démasqué et tendu qu'autant que les élytres rigides sont écartées pour permettre le relèvement de la pointe postérieure de l'abdomen (1).

La preuve la plus convaincante que l'Insecte met à profit, pour se guider dans l'obscurité, la lumière qu'il produit, est tirée de l'expérience suivante :

Si l'on obture complètement au moyen d'une petite quantité de cire noire (cire jaune et noir de fumée) un des appareils prothoraciques, on modifie considérablement l'éclairage, dont le champ est presque entièrement supprimé d'un côté. Dans ces conditions, vient-on à faire marcher l'Insecte, dans le cabinet noir, sur un papier enduit de noir de fumée, on obtient un tracé très net (fig. X et XI) indiquant qu'il est manifestement entraîné du côté éclairé et qu'il a de la tendance à fuir les points qu'il ne voit pas, faute de lumière, et qui pourraient présenter des obstacles. Ce mouvement n'est pas déterminé par le poids de la boulette de cire, car si l'on place celle-ci tout près de l'appareil éclairant, mais non à sa surface, l'Insecte retrouve son allure normale, dont la direction est rectiligne (V. fig. XVI). Faisons remarquer de suite que le graphique curviligne (fig. X et XI) ne présente pas les modifications particulières imprimées aux mouvements des pattes par les lésions cérébrales, qui peuvent forcer l'Insecte à marcher également suivant une ligne courbe (fig. XVII à XXIII).

Enfin, si l'on vient à obturer à la fois les deux appareils prothoraciques, la marche de l'Insecte devient hésitante, irrégulière;

(1) *Remarque*. — Pendant le vol, les élytres ne sont pas appliquées sur l'abdomen, ainsi que pourrait le faire croire la figure donnée par le journal *La Nature* (1re année, p. 337); elles sont relevées et inclinées en arrière de 45° environ et un peu en dehors.





Fig. XI. — Tracé de la marche d'un Pyrophore, dans le ...

il se dirige tantôt à droite, tantôt à gauche, en sondant le terrain avec ses antennes et il ne tarde pas à s'arrêter.

Il est bien évident que ces Insectes se servent de leur lumière pour s'éclairer; d'ailleurs, nous n'avons jamais vu un Pyrophore se mettre en mouvement spontanément, dans l'obscurité, sans constater l'apparition de la lumière dans les appareils prothoraciques, pendant la marche, ou bien dans l'appareil ventral, pendant le vol. Pourtant, nous les avons vus parfois marcher lentement, dans le jour, sans donner de lumière; mais, venait-on à les exciter pour accélérer leur allure, aussitôt les appareils devenaient brillants. Quand la lumière extérieure est vive, ils recherchent les endroits les plus obscurs, soit pour se livrer au repos, soit parce qu'à l'état d'activité ils préfèrent la lumière qu'ils produisent à celle de toute autre source étrangère.

L'expérience demontre que les Pyrophores aiment les endroits éclairés par les rayons colorés qui dominent dans le spectre de leur propre lumière.

Une vingtaine de ces Insectes furent enfermés dans une boîte de sapin de 0m70 de longueur, d'une hauteur de 0m05 et d'une largeur de 0m10. La paroi supérieure de la boîte était formée par une série de carreaux de verres de couleurs différentes, rouge, jaune, verte, bleue, violette; à l'une des extrémités se trouvait un verre incolore et à l'autre un carreau opaque. La lumière extérieure pénétrait obliquement dans la boîte de façon à laisser la moitié de sa paroi inférieure dans la pénombre. Pendant plusieurs jours, la zone le plus ordinairement occupée par les Insectes était précisément celle qui correspondait aux rayons jaunes et verts. Quand la lumière du jour était faible, soit dans la matinée, soit à l'approche du crépuscule, ils se tenaient indifféremment dans tous les points de la zone jaune vert; mais, quand l'intensité de l'éclairage augmentait, ils se réfugiaient dans la pénombre de cette même zone. Enfin, si les rayons du soleil frappaient les vitraux colorés, ils se retiraient sous le carreau opaque, dans la partie la plus obscure. Il est à noter que les Pyrophores se tenaient plus particulièrement au point où les rayons jaunes se confondaient avec les rayons verts.

Il est remarquable de constater que ces Insectes fuient la grande quantité de lumière et recherchent, au contraire, les rayons possédant la plus forte intensité visuelle et la plus puissante intensité éclairante. On peut dire que ces petits animaux

préfèrent la bonne qualité à la grande quantité et qu'il y a là un enseignement dont on doit tenir compte.

Cette lumière produite par les Pyrophores est physiologique pour deux raisons : la première, parce qu'elle est le résultat d'une fonction biologique ; la seconde, parce qu'elle est le type de la lumière qui convient le mieux aux Vertébrés, aussi bien qu'aux Invertébrés.

Notre savant maître, M. le Professeur Paul Bert, qui, en 1869, a fait des recherches « sur la question de savoir si tous les animaux voient les mêmes rayons lumineux que nous », s'exprime ainsi : « Les *Daphnies* qui peuplaient l'eau de la cuve ne tardèrent pas à se grouper d'une façon extrêmement curieuse. L'immense majorité se plaça dans le jaune, dans le vert, l'orangé, c'était une agitation, un grouillement extraordinaire... en un mot, la région la plus lumineuse du spectre était, pour ces *Daphnies*, la même que pour nous. Ces animaux se comportaient comme l'auraient fait des hommes qui, éclairés par un spectre immense et voulant lire un livre, par exemple, s'approcheraient tous du jaune et s'éloigneraient du violet (1). »

On sait, d'autre part, depuis les travaux du physicien anglais Dewar (2), que toute impression sensorielle produite sur la rétine d'un animal vivant par l'arrivée d'un rayon lumineux est accompagnée d'un changement dans l'état électrique de la partie frappée. Les modifications les plus intenses sont précisément déterminées par les parties du spectre qui nous paraissent le plus lumineuses, c'est-à-dire par le jaune et le vert.

MM. Joannès Chatin et Bourbouze ont confirmé les conclusions de Dewar, et les ont étendues, par une longue série de recherches intéressantes sur les principaux groupes des Invertébrés et sur les Insectes en particulier (3).

La lumière filtrée par le feuillage est aussi celle que préfèrent les Pyrophores, ainsi que beaucoup d'autres Insectes, quand ils ne recherchent pas l'obscurité complète dans le jour. Mais, ils ne

(1) Paul Bert, *Sur la question de savoir si tous les animaux voient les mêmes rayons lumineux que nous.* Arch. de Physiol., II, p. 553-554, 1869.

(2) James Dewar, *L'action physiologique de la lumière.* Institution Royale de la Grande-Bretagne, lecture du vendredi soir, et Revue scientifique. 1875, (2), 5e année, p. 517.

(3) Joannès Chatin, *Contribution expérimentale à l'étude de la chromatopsie chez les Batraciens, les Crustacés et les Insectes.* Paris, 1881.

se mettent volontiers en mouvement qu'à la faveur de leur propre éclairage.

C'est ainsi qu'il convient d'interpréter ce que M. Heinemann appelle « action ensommeillante et inhibante », non seulement de la lumière du jour, mais aussi de la clarté d'une lampe. « Si, pendant la nuit, » dit cet observateur, « on expose à la lumière d'une lampe à pétrole des Cucujos fortement éclairants, en un quart d'heure, on voit le mouvement et la clarté cesser. La lampe étant éloignée, on peut voir reparaître le mouvement et la clarté. Le clair de lune a la même action, car les Cucujos sont actifs, par le clair de lune, seulement dans les parties sombres de la forêt. »

Il n'y a pas là d'action inhibante, car l'on sait que les Pyrophores sont attirés par les lumières vives (V. p. 14) qui les éblouissent, ainsi que les autres Insectes nocturnes.

Cependant, l'observation de M. Heinemann est exacte et nous avons pu souvent observer le fait qu'il signale, sur les Pyrophores que nous tenions en captivité.

D'ailleurs, on sait depuis longtemps que nos Lampyres ne font pas paraître leur lumière quand la campagne est vivement éclairée par la lune, miroir du soleil, et encore moins pendant le jour.

S'il est bien évident que les Insectes luisants se servent de leurs appareils lumineux pour s'éclairer, il n'est pas douteux non plus que ceux-ci jouent un rôle important dans le fonctionnement général de l'animal. Nous n'avons jamais pu conserver plus de quatre à cinq jours des Pyrophores chez lesquels nous avions détruit les appareils lumineux, tandis que d'autres qui avaient subi des opérations aussi graves, en apparence, telles que la destruction des ganglions cérébroïdes, ont survécu fort longtemps. Nous ajouterons que la destruction de ces organes n'empêche en aucune façon l'exacerbation vespérale, laquelle s'observe même chez les Insectes qui, par suite d'épuisement ou de vieillesse, ont perdu la faculté photogénique spontanément.

Nous nous sommes demandé s'il n'existait pas entre l'œil lui-même et l'organe lumineux du prothorax correspondant une relation plus ou moins étroite, en dehors de l'influence exercée par l'action des rayons colorés.

Si l'on détruit, à l'aide d'une aiguille rougie, soit la cornée, soit l'œil tout entier d'un côté, on n'observe rien de particulier dans les organes lumineux prothoraciques.

L'Insecte a de la tendance à se porter du côté de l'œil sain et à décrire en marchant des courbes analogues à celles que nous

avons reproduites (fig. x et xi) et les mouvements des pattes ne sont en aucune façon modifiés.

Si l'on pratique l'opération sur les deux yeux, la démarche devient la même qu'après l'occlusion des deux lanternes, dans l'obscurité absolue, et les deux appareils restent très lumineux ; il semble même que l'Insecte cherche à lutter contre l'obscurité absolue qui résulte de la cécité, par un éclairage plus intense. On est d'autant plus porté à adopter cette interprétation que les lésions des organes voisins, tout aussi profondes, ne provoquent rien de semblable. Mais, rien n'indique qu'il existe une relation directe entre les organes de la vue et les appareils lumineux prothoraciques.

L'excitation spéciale des organes de l'olfaction produite en approchant des antennes certaines substances très odorantes, détermine les mêmes effets que les excitants mécaniques agissant à la périphérie du corps, sur la sensibilité générale.

Nous savons que les Indiens croyaient autrefois que les chants attiraient ces Insectes et qu'ils répondaient aux cris de « Cucuje, Cucuje ». Cette croyance s'est conservée chez les Nègres des Antilles, qui les poursuivent en frappant sur des vases ou des ustensils de métal d'une manière rhythmique, en criant : « *Labelle, Labelle, Labelle, Clin-din-din, Clin-clin-bois.* »

Mais, c'est en vain que nous avons cherché à modifier à volonté le jeu des appareils lumineux au moyen des sons musicaux les plus variés ; et, même, lorsque les *Cucujos* sont entrés dans la période du repos, il faut produire un bruit assez violent pour les forcer à éclairer.

### § 2. — *Alimentation, Digestion.*

L'étude de la nature et de la disposition des pièces buccales suffirait seule à indiquer le genre d'alimentation des Pyrophores : le peu de mobilité de ces organes et leur faiblesse montrent que les Élatérides lumineux doivent être rangés parmi les Insectes lécheurs.

Les mandibules seules sont assez fortes, dentées et aiguës pour sembler destinées à déchirer les parenchymes végétaux. Chez la larve, les mandibules servent en outre de moyen d'attaque et de défense ; mais, il ne paraît pas en être de même chez l'Insecte parfait, bien que, suivant M. de dos Hermanas, il soit d'hu-

meur querelleuse, quoique complètement inoffensif (1). Cependant, quand l'Insecte cherche à se débarrasser des doigts de celui qui le prend, il peut faire pénétrer l'extrémité des mandibules sous l'épiderme, sans toutefois provoquer de la douleur.

Le peu de développement du jabot (p. 68), qui chez ces Insectes est tout à fait rudimentaire, indique qu'ils ne peuvent guère ingérer que des aliments de consistance molle ou liquide. Nous n'avons, en effet, jamais rencontré dans leur tube digestif autre chose qu'un liquide légèrement citrin et des gaz qui le distendent parfois assez fortement. Ce liquide subit des mouvements de va-et-vient déterminés par les contractions péristaltiques de l'intestin, qui s'observent chez tous les Coléoptères et que Lacordaire a signalé pour la première fois dans son *Introduction à l'entomologie*.

Examiné au microscope, après avoir été soumis aux différents procédés de coloration propres à révéler l'existence des micro-organismes, ce liquide nous a toujours paru homogène.

En pressant sur l'abdomen, on arrive parfois à déterminer la sortie d'une substance visqueuse en forme de cylindre sinueux, offrant une réfringence analogue à celle de la substance des organes lumineux et contenant, comme elle, des granulations très fines à contours nets : cette substance paraît être la paroi interne elle-même de l'intestin. Jamais on ne trouve, dans l'intestin, en quelque point que ce soit, des matières analogues à des substances excrémentitielles solides et, dans aucun cas, nous n'avons rencontré d'excréments sur le fond des boîtes garnies de

(1) *Remarque.* — D'après cet observateur, il attaque son semblable d'une manière terrible et cela s'observe surtout quand on maintient ensemble un certain nombre de prisonniers. Les pattes constituraient la principale arme offensive du *Cucujo*. Avec celles-ci, il pénétrerait les parties molles de son adversaire assez complétement pour séparer le thorax du corps. M. de dos Hermanas pense que c'est à cette cause que l'on doit attribuer la grande quantité du prothorax séparés du tronc que l'on trouve communément dans les boîtes où sont renfermés ces Insectes ; mais, il convient de faire remarquer que cette séparation s'effectue presque spontanément et très rapidement, après la mort de l'animal, soit par la décomposition des tissus mous, soit par l'œuvre des parasites et particulièrement des Fourmis qui recherchent ces cadavres d'Insectes. Nous avons vérifié l'exactitude de ce fait rapporté par M. de dos Hermanas, à savoir que ces Insectes perdent très rapidement en captivité les premières phalanges des pattes. Cette mutilation ne paraît pas modifier notablement l'état général ; mais, il est important d'être prévenu de cette particularité, lorsqu'on veut étudier par la méthode graphique la marche de ces Insectes. On a parfois beaucoup de difficultés à en rencontrer dont les membres soient intacts.



feuilles de papier blanc, dans lesquelles nous avions placé des Insectes en observation.

Il semble que les matières ingérées soient complètement brûlées ou fixées. Dans tous les cas, la quantité d'aliment fixée est inférieure à celle qui est brûlée chez l'Insecte parfait : car, les mâles et les femelles perdent indistinctement de leur poids, le volume restant sensiblement le même.

Les larves sont lignivores et vivent dans les vermoulures de bois pourri comme beaucoup d'autres larves d'Élaters indigènes. Mais, selon le Dr Saffray, à la Nouvelle-Grenade, elles vivraient de la moëlle des Roseaux et de celle des Palmiers (1).

Quant aux Insectes parfaits, ils se nourrissent, ainsi que nous l'avons déjà dit, du suc de la Canne à sucre ou de végétaux très tendres. En captivité, ils sucent volontiers des troncs de Laitue, des rondelles de Carotte, des Bananes ou des Dattes fraîches : ils sont très friands de crèmes sucrées ; mais, on peut les nourrir pendant longtemps avec du sirop de sucre exclusivement. C'est là un point intéressant ; car, malgré cette nourriture exclusivement hydro-carbonée, les œufs se développent parfaitement dans les ovaires des femelles.

Ces œufs renferment une forte proportion de substance azotée qu'elles ne peuvent tirer que de leur organisme. Celui-ci renferme d'ailleurs une forte proportion de tissu adipeux au début de l'ovulation et une quantité relativement faible, quand les ovaires sont gorgés d'œufs prêts à être pondus.

Ces Insectes acceptent facilement d'autres sucres que le sucre de canne ou saccharose. J'ai pu nourrir des Pyrophores avec du glucose, du sucre de raisin, de la galactose, de la mannitte, sans que la faculté photogénique ait été en aucune façon modifiée.

Il est bien certain d'ailleurs que la fonction photogénique n'est pas dominée par le genre d'alimentation, puisque les larves de Lampyres indigènes se nourrissent d'Escargots, qu'elles dévorent

(1) *Remarque.* — M. Leprieur (voir *Bibliographie*) a fait avec raison remarquer qu'il n'y avait pas lieu d'attacher une grande importance au récit de M. Saffray qui appelle le Cucujo « *Lampyris* » et a soin d'ajouter que « c'est un Scarabé de la famille des Charançons ». Notons seulement que cet auteur prétend que les Nègres de quelques cantons sont assez friands de ces larves, mais que les Européens ne peuvent prendre sur eux de goûter à ces larves qui feraient les délices d'un Chinois *(sic)*. M. Leprieur pense que M. Saffray a accepté sans le moindre contrôle les fables des indigènes : nous acceptons d'autant plus volontiers l'opinion de M. Leprieur que nous n'avons jamais rien rencontré d'analogue dans les nombreux récits des voyageurs que nous avons analysés.

avec avidité, tandis que ces mêmes Insectes, à l'état parfait, sont, dit-on, herbivores.

Le contenu du tube digestif est toujours acide, ce qui est bien rationnel, étant donné le genre d'alimentation de ces Élatérides (1).

Les Pyrophores supportent assez longtemps la privation d'aliments solides, mais l'eau est une condition essentielle de leur existence. Nous nous sommes assez étendu sur son importance (2e part., chap. III. § 1), pour qu'il soit inutile d'y revenir ici.

En résumé, ce n'est pas dans la nature des aliments ingérés par l'Insecte qu'il faut chercher l'explication du phénomène lumineux.

### § 3. — *Influence du sang et de la circulation.*

Du sang. — Si l'on pratique une ouverture dans le tégument au niveau des organes lumineux prothoraciques et que l'on déchire la substance de l'organe lumineux, on voit se former au niveau de la blessure une gouttelette liquide qui augmente de volume à chaque pulsation de l'organe. Ce liquide présente les mêmes caractères que celui que l'on peut recueillir après l'arrachement des élytres.

C'est un fluide vert clair, opalescent. Déposé sur une lame de verre, il se coagule d'abord à sa surface qui se recouvre d'une pellicule mince ; puis, il se forme dans toute sa masse des traînées brunâtres renfermant de fines granulations d'aspect et de dimensions analogues à celles que l'on rencontre dans les organes lumineux : toute la masse se colore bientôt en brun foncé. Cette modification dans la couleur est manifestement produite par le contact de l'oxygène de l'air, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre en recueillant une certaine quantité de ce sang dans un tube ouvert à l'une de ses extrémités. Le noircissement se montre d'abord dans les couches superficielles en contact avec l'air et gagne peu à peu les couches profondes.

(1) Les divisions du tube digestif indiquées par M. Plateau ne conservent plus qu'un caractère anatomique, cet auteur ayant reconnu lui-même que les sucs intestinaux pouvaient être tantôt acides, tantôt basiques, tantôt neutres (*a*).

(*a*) Plateau. *Note additionnelle au mémoire sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*. Bruxelles, 1877.



Au bout de vingt-quatre heures, on trouve dans ce liquide beaucoup de micro-organismes dont les germes ont dû être apportés par l'air, car il n'en existe pas de traces dans le sang frais.

Une goutte de sang déposée sur du papier à filtre y laisse une tache verte qui persiste si la dessication a été rapide et qui brunit dans le cas contraire.

Le spectre de la lumière qui a traversé ce liquide vert ne nous a révélé à l'examen spectro-microscopique l'existence d'aucune bande ou raie d'absorption.

Le sang est alcalin, même après avoir pris la coloration brune; mais, nous savons que cette alcalinité n'est pas indispensable puisque si l'on fait passer un courant électrique au travers des deux organes prothoraciques, celui-là seulement qui est en contact avec le pôle positif reste lumineux, alors que le liquide qui s'y accumule est acide. D'autre part, nous savons que les vapeurs ammoniacales excitent et augmentent la luminosité des organes lumineux isolés.

Le liquide sanguin ne modifie pas d'une manière particulière la teinte des papiers ozonoscopiques à l'iodure d'amidon, au gayac ou au sel de thallium.

Selon M. Heinemann, le liquide qui baigne les organes lumineux n'est pas identique au sang pris par exemple dans le vaisseau dorsal : cet observateur y a trouvé cependant, à l'état frais, une grande quantité de globules sanguins incolores. Nous n'avons trouvé aucune différence fondamentale entre le liquide retiré des organes lumineux par le procédé que nous avons indiqué et celui qui s'accumule au point d'insertion des élytres ou des autres membres, après l'arrachement. Il nous a paru seulement un peu plus fortement teinté en vert, plus épais et plus facilement coagulable que dans le vaisseau dorsal. Ce qui peut induire en erreur c'est que les piqûres, pratiquées sur divers points du thorax et surtout de l'abdomen, laissent échapper souvent un liquide brun-jaunâtre, plus fluide, non coagulable spontanément et qui nous a paru venir de blessures faites aux organes contenus dans la cavité générale.

M. Heinemann mentionne également que le sang reçu dans l'alcool laisse déposer un léger précipité blanc floconneux : on obtient le même résultat avec le sang de Sauterelles et de beaucoup d'autres Insectes.

Les globules du sang ne présentent rien de caractéristique. Il

sont tantôt arrondis, tantôt allongés et effilés aux deux extrémités de leur plus grand axe. Parfois même ils présentent à la périphérie des sortes de prolongements irréguliers, comme amœboïdes. Ces globules ont un protoplasma rempli de fines granulations répandues dans toute la masse. Ces granulations noircissent sous l'influence de l'acide osmique.

Si, après avoir chauffé entre deux lames de verre une goutte de sang, on colore ces éléments par le vert de methyle, les granulations se rassemblent au centre, simulant par leur agglomération un gros noyau granuleux, tandis que la masse du protoplasma paraît finement striée : la forme des globules est alors tantôt ronde, tantôt ovoïde. Les globules du sang pris dans les autres points du corps présentent les mêmes réactions; mais, ils sont plus nombreux dans le sang des organes lumineux.

Quand on examine à la lumière réfléchie un tube de verre contenant de l'alcool ayant servi à précipiter la substance coagulable, dont la présence dans le sang a été mentionnée par M. Heinemann, on remarque que cet alcool a pris une teinte opalescente.

Cette particularité nous a engagé à rechercher s'il n'existait pas dans le sang des Pyrophores une substance fluorescente analogue à l'esculine, par exemple, et susceptible de développer l'opalescence dont nous venons de parler.

L'expérience a démontré l'exactitude de cette prévision. Si l'on dépose une goutte de sang de Pyrophore sur un écran de papier blanc glacé et que l'on promène ce petit écran dans le spectre de la lumière électrique, on constate facilement que la gouttelette de sang devient lumineuse par elle-même dans certaines parties du spectre situées dans l'ultra-violet.

Le point où la lumière de cette substance fluorescente acquiert sa plus grande intensité correspond aux rayons ultra-violets d'une longueur d'onde = 0,391.

Cette substance fluorescente que l'on trouve dans le sang des diverses parties du corps existe également dans la substance des organes lumineux et persiste indéfiniment avec ses propriétés. Dans les points où cette matière a été fixée par dessication, la nuance de la lumière est un peu moins verdâtre que celle des rayons émanant des organes de l'Insecte, à l'état normal; elle s'en rapproche beaucoup cependant par son éclat particulier.

L'acide acétique détruit la fluorescence de cette substance : mais, l'ammoniaque la fait reparaître. On peut plusieurs fois de suite faire paraître ou disparaître ainsi la fluorescence d'une

goutte de sang ou d'un fragment écrasé de la substance des organes lumineux.

Une goutte d'ammoniaque liquide déposée sur une de ces taches fluorescentes en exagère notablement l'éclat.

Il semble qu'il s'agisse ici d'une substance basique dont les sels ne sont pas fluorescents. Il ne nous a pas été permis d'isoler cette curieuse matière, en raison du petit nombre d'Insectes que nous possédions à ce moment et des expériences multiples que nous nous proposions de répéter.

La fluorescence du sang et de la substance des organes lumineux est spéciale au Pyrophore adulte, car c'est en vain que nous avons tenté d'en révéler la présence chez la larve.

Les larves des Lampyres nous ont donné également un résultat négatif, mais cette recherche n'a pas été faite sur les Lampyres parvenus à leur complet développement.

Il nous a été impossible de découvrir des traces de fluorescence dans le sang d'un grand nombre d'Insectes que nous avons examinés à ce point de vue.

Le sang de certaines Sauterelles se rapproche bien par sa coloration verte du sang des Pyrophores, mais il ne possède pas l'opalescence qui lui est particulière et qui est dûe uniquement à la substance fluorescente que nous y avons découverte.

Cette matière fluorescente joue certainement un rôle important dans la fonction photogénique. La présence au sein des organes lumineux, dans lesquels le sang pénètre abondamment, quand ils entrent en activité, nous explique à la fois l'éclat particulier à la lumière de ces Insectes, qui a si vivement frappé d'étonnement tous ceux qui l'ont observée, et aussi sa richesse exceptionnelle en rayons de longueur d'onde moyenne (v. 2e partie, chap. I, § 2).

La matière verte du sang, qui ne doit pas être confondue avec la substance fluorescente, contribue à donner à cette lumière sa teinte, mais non son éclat spécial.

*Circulation.* — Suivant Dugès (1), Lacordaire aurait constaté sur des Lampyres d'Amérique que la lumière subissait des accroissements d'intensité isochrones avec les pulsations du vaisseau dorsal ; et, d'autre part, M. Carus a reconnu également, chez le Lampyre d'Italie, que, si la lumière pouvait s'accroître subite-

(1) Dugès, *Physiologie comparée de l'Homme et des animaux*. Montpellier et Paris, II, p. 11, 1838.

ment, elle pouvait aussi présenter des pulsations isochrones avec celles du vaisseau dorsal.

Nous avons pu facilement observer, chez les Pyrophores, les pulsations du vaisseau dorsal et le mouvement des ondées sanguines, en enlevant avec précaution les parties tergales des anneaux de l'abdomen, grâce à une incision pratiquée sur les bords latéraux.

Immédiatement après l'opération, les ondulations sont fréquentes et on peut compter jusqu'à 106 pulsations par minute. Mais, si on laisse l'Insecte en repos, en ayant soin d'empêcher le dessèchement des parties mises à nu, au moyen d'un papier à filtrer humide, on les voit progressivement diminuer de rapidité et se maintenir assez longtemps avec un rhythme de 60 à 70 ondulations environ par minute. Dans ces conditions, les appareils prothoraciques ne sont pas ou sont peu lumineux. Mais, vient-on à exciter mécaniquement l'Insecte, aussitôt la rapidité et l'amplitude des ondulations augmente et la lumière paraît ou s'exagère.

L'augmentation du nombre des pulsations peut être de 10 à 12 par minute. Dans une de ces expériences on a trouvé :

| | | |
|---|---|---|
| 1° avant l'excitation........... | 72 | pulsations. |
| 2° après...................... | 84 | — |
| 3° après repos de 20 minutes... | 72 | — |
| 4° après excitation............ | 86 | — |

Dans les mouvements énergiques que fait l'animal pour se débarrasser des entraves qui le retiennent, la rapidité des ondulations augmente sensiblement, en même temps que l'éclat de la lumière.

Quand on amène le prothorax dans la flexion forcée, le nombre des pulsations diminue d'abord puis la lumière faiblit bientôt : il augmente, au contraire, ainsi que la luminosité, dans l'extension forcée du prothorax sur le mésothorax.

Si l'on place l'Insecte ainsi préparé au-dessus d'un linge imbibé de chloroforme et qu'on le recouvre d'une petite capsule de verre à fond plat permettant de suivre les mouvements du vaisseau dorsal, on voit tout d'abord les mouvements s'accélérer et augmenter d'amplitude : la lumière est alors vive et persistante ; au bout de quelques secondes, les mouvements du cœur se ralentissent et diminuent d'amplitude : à ce moment, c'est à peine si on en peut compter dix à quinze par minute.

L'excitation mécanique ne produit plus d'accroissement de lumière, et lorsque l'anesthésie est complète, les pulsations s'ar-

rêtent : il ne persiste qu'une très faible lueur ; le vaisseau dorsal est en arrêt diastolique, c'est-à-dire gorgé de sang.

L'Insecte étant alors soustrait à l'action des vapeurs anesthésiques, on voit se produire, au bout de quinze minutes, quelques légers mouvements des antennes, puis de la tête, et enfin les battements du cœur reparaissent pour aller en augmentant progressivement en nombre et en amplitude. Presqu'immédiatement après, la lumière peut être provoquée par l'excitation.

Lorsque, par suite de l'épuisement, l'Insecte ne répond plus aux excitations mécaniques, on peut facilement ranimer les battements du vaisseau dorsal et la lumière, en l'approchant du foyer d'une lampe.

Une section transversale pratiquée avec un couteau à cataracte, entre le ganglion frontal et les masses cérébroïdes, ne modifie pas sensiblement les pulsations et l'excitabilité lumineuse. Mais, l'ablation de la tête par torsion, pour éviter l'hémorrhagie, ne détruit pas immédiatement les mouvements cardiaques : ils deviennent plus rapides, irréguliers, moins amples et toute excitation mécanique est impuissante à ranimer la lumière.

La chaleur seule permet encore de raviver les foyers éteints, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, selon la face que l'on présente aux rayons calorifiques ; mais, il n'y a plus de simultanéité, et il est bien évident qu'il s'agit dans ce cas d'une excitation directe, purement locale, qui d'ailleurs ne persiste pas longtemps. Malgré la relation évidente entre les pulsations du cœur et la production de la lumière chez le Pyrophore, malgré l'existence de véritables pulsations dans l'appareil lumineux prothoracique mis à nu, la lumière est fixe, quand il est en activité et jamais on ne constate les intermittences rhythmiques signalées par divers auteurs chez la Luciole et le Lampyre d'Italie.

D'ailleurs, l'anatomie montre qu'il n'y a aucune relation directe entre ce vaisseau dorsal et les appareils lumineux qui ne reçoivent du sang que du sinus inférieur, c'est-à-dire de la cavité générale. La pénétration de ce liquide dans les organes photogéniques se fait d'avant en arrière et non d'arrière en avant. Cette notion qui résulte de la disposition des parties elles-mêmes est confirmée par l'examen de la plaque ventrale d'un Insecte tué récemment et sur l'abdomen duquel on exerce une légère pression. Ce n'est pas par la partie postérieure de l'organe que le sang pénètre, mais bien par sa partie antérieure : on peut le voir se précipiter par le sinus en T (v. Pl. IX, fig. 2) dans l'organe,

qui devient turgescent, et allumer sur son passage une trainée de lumière.

Il est plus facile encore de se rendre compte de cette circulation locale en injectant dans la cavité générale des liquides colorés et en particulier de l'éosine, dont nous avons signalé déjà les curieux effets (V. p. 200).

Les pulsations du vaisseau dorsal n'en ont pas moins une influence évidente sur la fonction photogénique ; mais, elle s'exerce, très probablement, par l'influence indirecte des centres nerveux céphaliques excités par le sang qu'ils reçoivent du vaisseau dorsal en même temps que par les modifications apportées par la contraction cardiaque au cours du sang dans la cavité générale.

La première des deux actions nous paraît jouer un rôle prépondérant.

En pratiquant une fenêtre dans les élytres et en enlevant une partie des ailes, on peut facilement mettre à découvert la face supérieure de l'abdomen qui laisse voir par transparence le vaisseau dorsal. Il est facile alors de le sectionner, sans provoquer d'hémorrhagie, ou de le détruire au moyen d'un stylet rougi. Après cette opération, l'Insecte peut survivre longtemps ; mais, si la fonction photogénique n'est par complètement supprimée, elle ne manifeste plus ces accroissements subits d'intensité que l'on observe, à l'état normal, sous l'influence de la plus légère excitation. Les appareils prothoraciques émettent une lueur tranquille, continue, dont l'intensité contraste singulièrement avec celle des organes d'Insectes, desquels le vaisseau dorsal a été respecté.

Il est indispensable d'éviter l'issue du liquide sanguin contenu dans la cavité générale, car alors la faculté photogénique disparaît rapidement et définitivement. Il n'y a pas lieu, cependant, de considérer le sang, avec M. Heinemann, comme le principe même de la lumière.

Le sang donne à l'organe lumineux de l'Insecte la clarté, comme il donne au cerveau humain la pensée, en les nourrissant l'un et l'autre.

### § 4.— *Des muscles. — Appareil du saut.*

Nous avons dit que l'activité mécanique de l'Insecte paraissait liée à celle des organes lumineux si intimement qu'il était diffi-

cile de ne pas admettre la corrélation, l'enchaînement étroit, de ces deux phénomènes.

Tout effort musculaire, dans le sens propre du mot, provoque ou exagère la production de la lumière.

Dans l'immense majorité des cas, ces efforts sont apparents; mais, ils peuvent également se produire dans des conditions expérimentales particulières, en dehors de tout mouvement extérieur.

Pendant trois jours, nous avons pu conserver un Insecte immobilisé au moyen de la paraffine et bien qu'il ne pût exécuter d'autres mouvements que ceux des antennes, des palpes et des muscles de la respiration, il devenait, comme les autres, lumineux le soir et brillait d'un très vif éclat, pendant une partie de la nuit.

Pourtant, ce qui a été dit de l'action des poisons et en particulier de la strychnine, de l'influence des agents physiques et plus spécialement de celle de l'électricité, ne nous permettent pas de douter de l'intervention d'un élément contractile dans l'accomplissement de l'acte qui détermine ou excite le phénomène lumineux.

C'est qu'en effet les organes lumineux, ainsi que nous l'avons dit déjà à propos de leur anatomie, sont pourvus de muscles intrinsèques et de muscles extrinsèques.

La figure XIII, schématisée à dessein, montre très nettement la

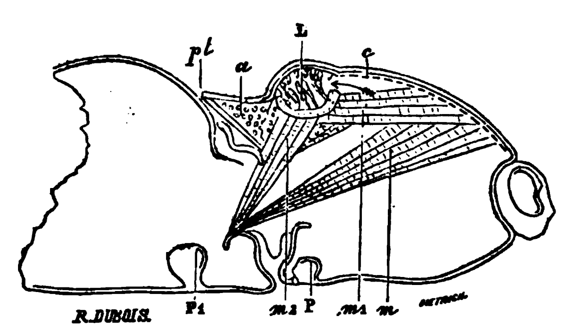



**Fig. XIII. — Schéma des muscles intrinsèques et extrinsèques de l'appareil lumineux prothoracique.**

*pt*, pointe prothoracique. — *a*, tissu adipeux. — L, organe lumineux. — *c*, hypoderme. — $P_1$, insertion de la patte de la première paire. — $m_1$, $m_2$, muscles intrinsèques. — *m*, muscles extrinsèques.

nécessité de distinguer, au point de vue anatomique et fonctionnel, ces deux ordres d'éléments contractiles.

On arrive facilement à distinguer les faisceaux musculaires que nous avons figurés (fig. XIII, $m$, $m_1$ $m_2$) en pratiquant des coupes médianes, verticales et antéro-postérieures sur des Insectes injectés à la gomme ou à la gélatine colorée, après durcissement dans l'alcool.

Il est utile de remarquer seulement que ces faisceaux musculaires ne sont pas situés dans le même plan, puisque les organes lumineux prothoraciques, à chacun desquels deux d'entre eux se rendent, sont rejetés sur les côtés et vers les angles postérieurs du prothorax.

La coupe transversale, pratiquée au niveau de ces organes et figurée ici (fig. XIV), permet de se rendre compte de cette disposition, sans qu'il soit nécessaire d'insister davantage.

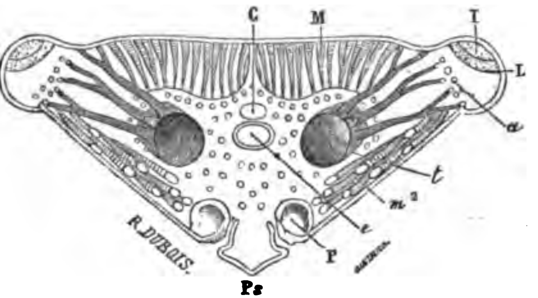



Fig. XIV. — Coupe transversale du prothorax au niveau des appareils lumineux.
C, cœur. — M, masses musculaires. — *e*, œsophage. — *t*, trachées. — *Ps*, pointe sternale. — $m^2$, L, *a*, P, comme dans la figure XIII.

Le muscle intrinsèque (fig. XIII, $m_1$) est dirigé d'avant en arrière et de dedans en dehors : son insertion fixe se fait à la face interne du squelette tégumentaire prothoracique en haut et en avant, tandis qu'il prend son insertion mobile à la face inférieure de l'organe lumineux où ses fibres s'enchevêtrent avec les fibres du muscle $m_2$ (fig. XV) et avec les nombreuses trachées qui soutiennent le tissu adipeux sous-jacent à l'organe. Quand il se contracte isolément, il agit comme le muscle $m_2$ (fig. XV). Celui-ci, extrinsèque en ce sens qu'il prend son insertion fixe sur le bord antérieur recourbé en arrière du mésothorax, envoie une partie de ses fibres à la face inférieure postérieure et interne de l'organe. Ces fibres forment une sorte de gaine à l'organe et se confondent, comme nous l'avons dit, par leur extrémité mobile avec les fibres du muscle $m_1$.

Chacun de ces muscles agissant isolément peut ouvrir l'hiatus *i* (fig. XV), par où le sang se précipite dans l'organe, au moment où le phénomène lumineux va se produire.

Quand ils agissent simultanément, l'écartement de l'hiatus est

plus grand et la direction des fibres de ces faisceaux tend à se rapprocher de celle du muscle *m* (fig. XIII), en même temps que l'espace lacuneux qu'ils limitent s'efface, en se vidant du sang qu'il contient.

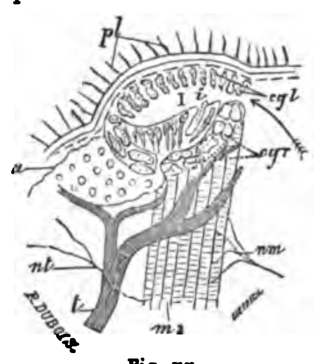



Fig. XV.

*pl*, poils. — *cgl*, cellules lumineuses. — I, *i*, hiatus. — *cgr*, cellules granuleuses. — *a*, tissu adipeux. — *nt*, nerf trachéen. — *t*, trachée. — $m_1$, muscle intrinsèque. — *nm*, nerf musculaire.

Ces groupes contractiles ne forment pas, en réalité, des muscles distincts : il semble bien plutôt qu'ils représentent des faisceaux particuliers du muscle extenseur du prothorax *m*.

On peut facilement apercevoir l'extrémité méso-thoracique commune des muscles $m$, $m^1$, en détachant par torsion, avec quelques précautions, le prothorax du mésothorax. Alors, en saisissant à l'aide d'une pince la pointe de ce pinceau et en exerçant des tractions intermittentes, on voit à chaque traction la lumière apparaître dans l'organe du côté correspondant et disparaître aussitôt que la traction a cessé.

Si l'on enlève la calotte chitineuse transparente qui recouvre l'organe, on constate que ces tractions produisent le même effet que les pulsations signalées par divers auteurs et qu'il ne faut pas attribuer aux mouvements du cœur avec lesquels elles ne sont pas isochrones.

On comprend dès lors facilement pourquoi, en dehors des modifications apportées à la circulation générale, le mouvement d'extension forcée du prothorax sur le mésothorax produit de la lumière, puisqu'il résulte de la contraction des muscles dont nous venons de parler, tandis que la flexion forcée qui correspond à leur relâchement absolu produit l'extinction.

Cette influence contraire de l'extension et de la flexion forcées s'observe aussi bien chez l'Insecte mort récemment que chez le vivant.

C'est principalement dans l'acte du saut que l'influence des muscles extenseurs se fait remarquer.

L'appareil du saut a été étudié chez divers Élatérides par Kirby et Spence, par Smidt, par Plateau, et aussi par Landois comme organe producteur du son chez les Insectes, en raison du bruit qui accompagne sa brusque détente.

Brown l'a étudié chez les Pyrophores ; mais, il attribue la projection de l'Insecte à l'élasticité des téguments, ce qui, selon nous, n'est pas exact.

L'attitude du Pyrophore a été bien indiquée par M. E. Blanchard, du Muséum, dans son bel ouvrage : *Les métamorphoses, les mœurs et les instincts des Insectes*, où est représenté un Pyrophore mexicain renversé sur le dos et prêt à sauter.

L'exécution du mouvement du saut nécessite la mise en activité d'un grand nombre de groupes musculaires.

Pour prendre l'attitude caractéristique figurée par M. E. Blanchard, l'Insecte contracte fortement les muscles du cou, la tête s'enfonce profondément dans le corselet ; les pièces buccales mobiles sont alors reployées en dedans, ainsi que les palpes qui se trouvent protégées par la portion saillante de l'extrémité antérieure de la pièce sternale du prothorax. Les yeux sont garantis, en partie, par l'extrémité saillante des bords latéraux du corselet. Les antennes sont rabattues en arrière et en dessous : leurs bases s'appliquent sur la face antérieure des cornées, tandis que leurs extrémités se logent dans deux sillons situés à la face inférieure du prothorax. La première paire de pattes se fixe fortement sur la face inférieure du prothorax et les fémurs s'emboîtent dans deux gouttières qui précèdent immédiatement le bord postérieur de la face inférieure du prothorax, tandis que les tibias s'appliquent le long des fémurs.

Les autres pattes sont également ramassées de façon qu'aucune de leurs parties ne peut être froissée pendant la chute de l'Insecte.

Ces dispositions étant prises, les muscles extenseurs du corselet entrent en jeu. Si l'Insecte est sur le dos, l'extension forcée lui fait prendre une position telle que le plan médian transversal de l'abdomen forme avec celui du prothorax un angle obtus de 150° environ.

Dans cette situation, les seules parties en rapport avec le plan sur lequel l'Insecte repose sont le bord antérieur de la face dorsale du prothorax et la partie moyenne de la surface courbe des élytres.

Les pointes postérieures des angles du prothorax, qui occupent d'ordinaire la direction des bords latéraux de l'abdomen, immédiatement en avant des épaules des élytres, passent au-dessous de celles-ci, sans les toucher.

Le mouvement d'extension forcée du prothorax, dans le même

moment, a pour effet de faire sortir de la gaîne du sternum mésothoracique le prolongement médian du sternum prothoracique. Sa pointe libre vient s'appliquer sur le bord antérieur de la gouttière mésothoracique. Quand les muscles fléchisseurs entrent en jeu à leur tour, le prolongement chitineux sternal prothoracique, qui est élastique, presse fortement le bord antérieur de la gouttière, jusqu'au moment auquel se produit l'échappement de cette pointe, laquelle rentre alors dans sa gouttière, en produisant un bruit sec.

A ce moment, l'Insecte a retrouvé sa position normale; il est sur les pattes et l'angle de 150° n'existe plus.

Brown pense que, dans ce mouvement de brusque détente, la partie antérieure des élytres frappe assez fortement le sol pour que l'Insecte rebondisse par la seule élasticité du tégument. Il n'en est rien. En observant avec attention l'Insecte, comme nous l'avons fait bien souvent, on constate qu'il exécute une véritable pirouette, la pointe abdominale, tournée en dehors, décrit un demi-cercle tandis que la tête est tournée vers le centre. Ce mouvement est facilité par la surface arrondie des élytres et rappelle celui que l'on fait exécuter à une tige courte de bois dont le bord inférieur, sur lequel elle repose, est convexe.

C'est, en d'autres termes, un mouvement de bascule ou de levier du premier genre, le point d'appui se trouvant à la face convexe des élytres, la puissance à la partie antérieure du corps et la résistance à sa partie postérieure.

On dit généralement que cet appareil existe parce que les pattes de l'Insecte sont trop courtes pour qu'il puisse retrouver sa position normale quand il est tombé sur le dos. Mais, outre qu'il peut parfaitement se relever en s'aidant de ses élytres et de ses ailes, on le voit souvent sauter en sens inverse, c'est-à-dire du ventre sur le dos.

Il convient plutôt de considérer cet appareil comme une arme défensive qui lui permet d'échapper aux poursuites des Oiseaux en se déplaçant sans sortir ses pattes et ses antennes, c'est-à-dire en n'offrant aucune prise à l'agresseur, tout en produisant un bruit assez fort pour effrayer, surtout si ce bruit est suivi d'une vive émission de lumière (1).

(1) *Remarque.* — Il paraît bien établi que les Cucujos, par leur lumière, font fuir les Moustiques qui profitent en effet de l'obscurité pour attaquer leurs victimes. En est-il de même des autres ennemis de l'Homme? Voici ce que raconte Michelet à

Lorsqu'on tient un Cucujo à la main, il cherche à se dégager par les secousses successives qu'il imprime à tout son corps, en faisant jouer coup sur coup l'appareil du saut. Il projette alors une vive lumière par ses appareils prothoraciques. La lumière n'est pas intermittente, dans ces conditions, seulement elle présente des périodes d'exaltation correspondant à la flexion forcée en arrière et des périodes d'affaiblissement en rapport avec la détente qui accompagne la flexion.

Si l'on enlève avec un scalpel la calotte chitineuse transparente et l'hypoderme, on voit paraître au niveau de la blessure une gouttelette de sang à chaque mouvement d'extension forcée, tandis que la flexion arrête l'hémorrhagie.

Le mécanisme des muscles étant bien connu en ce qui concerne les appareils prothoraciques, examinons maintenant le fonctionnement des muscles de l'appareil abdominal.

Ces muscles sont également de deux ordres : des muscles intrinsèques ou plus exactement des muscles propres, et des muscles extrinsèques ou accessoires.

La plus grande analogie existe entre leur fonctionnement et celui des muscles de l'appareil prothoracique.

Les muscles extrinsèques ou accessoires (fig. XVI, $m_2$) sont encore ici des extenseurs, mais au lieu de relever le prothorax, c'est l'abdomen dont ils déterminent l'extension par rapport au métathorax.

Quand ils se contractent, les élytres étant écartées, l'extrémité postérieure de l'abdomen se relève, la face inférieure du premier anneau abdominal s'éloigne de la partie postérieure et inférieure du métathorax et l'organe lumineux (fig. XVI, L) est mis à décou-

ce sujet : « Dans ces contrées (sous les tropiques), on voyage beaucoup la nuit pour échapper à la chaleur, mais on n'oserait s'aventurer dans les ténèbres peuplées des profondes forêts, si les Insectes lumineux ne rassuraient le voyageur. Il les voit briller au loin, danser, voltiger. Il les voit de près, posés sur les buissons, à sa portée. Il les prend pour l'accompagner, les fixe sur sa chaussure pour lui montrer son chemin et *faire fuir les Serpents*. Mais quand l'aube se fait voir, reconnaissant et soigneux, il les pose sur un buisson, les rend à leur œuvre amoureuse. C'est un doux proverbe indien : « Emporte la Mouche de feu, mais remets-la où tu l'as prise (a) ». J'ai introduit des Pyrophores dans une boîte contenant des Vipères, mais je n'ai pas vu que ces reptiles fussent effrayés par la lumière des Insectes.

(a) Michelet, *L'Insecte*, 10e éd., p. 163. Paris, 1881.



vert. C'est ainsi que les choses se passent toujours pendant le vol et souvent pendant la natation.

Le même mécanisme, qui démasque ainsi l'appareil chargé d'éclairer l'Insecte, pendant le vol, lui fournit en même temps les conditions indispensables à son fonctionnement photogénique spécial.

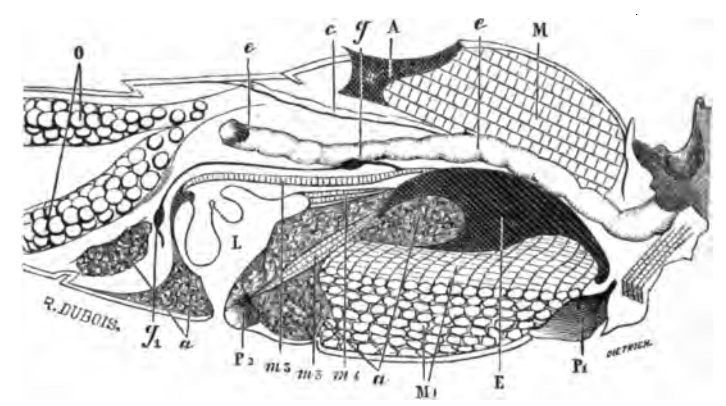


Fig. xvi. — Schéma de la coupe verticale médiane de la région thoraco-abdominale montrant l'appareil lumineux ventral au repos.

o, ovaires. — e, tube digestif. — c, cœur. — g, masse ganglionaire métatharaco-abdominale. — A, insertion des ailes. — M, $M_1$, masses musculaires des membres. — $P_1$, insertion de la première paire de pattes. — E, entothorax. — a, a, tissu adipeux. — $P_2$, insertion de la deuxième paire de pattes. — $g_1$, deuxième ganglion abdominal.

$m_3$, muscle accessoire ou extrinsèque. — $m_4$, muscle propre ou intrinsèque. — $m_5$, muscles de la deuxième paire de pattes.

Les muscles extenseurs dont nous venons de parler forment deux bandelettes très minces appliquées sur le hile de l'organe lumineux ventral.

La lame de tissu adipeux, qui continue en avant le pédicule, glisse sous ces muscles et va se jeter dans la masse de tissu adipeux de l'angle inférieur et postérieur du métathorax.

La lame adipeuse postérieure descend entre les insertions postérieures de ces muscles pour se continuer en arrière avec la masse adipeuse située dans l'angle antérieur et inférieur du premier anneau abdominal.

Cette disposition est favorisée par l'écartement, en arrière, des bords internes de ces muscles, lesquels s'insèrent sur les parties

latérales du bord libre antérieur et inférieur du premier anneau abdominal.

En avant, leurs bords internes sont contigus et leur insertion se fait sur la partie postérieure de l'entothorax.

Ces mêmes muscles, qui sont comparables par le rôle qu'ils jouent aux muscles *m* (fig. XIII) du prothorax, fournissent chacun un faisceau particulier que l'on peut considérer comme un muscle propre ou intrinsèque (fig. XVI, $m_4$). Ce faisceau est l'homologue de $m_1$ (fig. XIII) du prothorax : il prend son insertion fixe à la partie postérieure de l'entothorax, tandis que son insertion mobile se fait sur la partie antérieure de la cuticule membraneuse qui enveloppe l'organe lumineux L.

Ainsi que nous l'avons dit (1re part. chap. IV, § 3) l'organe ventral a la forme d'un bissac allongé transversalement, lorsque l'Insecte est au repos ou en marche. Le repli du bissac correspond au sinus transversal (Pl. III, fig. V). On conçoit facilement que le jeu des muscles $m_4$ (fig. XVI) ait pour effet d'écarter les bords accolés de ce sinus en tendant la cuticule, qui perd sa forme de bissac pour prendre celle d'une poche unique aplatie en forme d'écusson, au moment ou l'Insecte relève la pointe postérieure de l'abdomen.

Le sang du sinus inférieur du thorax pourra alors pénétrer dans le sinus transversal pour s'échapper ensuite par le hile situé à la face postérieure de l'écusson et se répandre dans le sinus abdominal inférieur.

Mais, pour que cette pénétration soit possible, il est nécessaire que le petit sinus antéro-postérieur médian (Pl. IX, fig. 2), qui vient se jeter à angle droit dans le premier, soit perméable.

L'écartement de ses bords est déterminé par l'entrée en activité de deux muscles absolument spéciaux (Pl. IX, fig. 2, *m*).

Leur insertion mobile se fait sur les extrémités latérales de l'organe lumineux et l'insertion fixe aux angles antéro-externes du premier anneau abdominal.

L'élargissement du sinus médian antéro-postérieur établit alors la communication entre le sinus inférieur du thorax et celui de l'abdomen, par l'organe lumineux ventral, qui devient turgescent et lumineux au moment où le sang envahit le sinus antéro-postérieur médian et le sinus transversal.

L'existence du sillon ventral longitudinal ne permet pas, à lui seul, comme le veut M. Heinemann, d'établir que l'appareil lumineux abdominal s'est développé par deux moitiés symétriques,

puisque ce sillon est incomplet et qu'il n'est que le résultat du plissement de la cuticule.

On sait d'autre part que ce sillon correspond à un sinus antéro-postérieur, lequel se termine dans le sinus transverse et, lorsque l'on fait des coupes d'ensemble, on ne voit rien qui puisse indiquer l'existence de deux organes primitivement distincts.

Donc, si l'on se borne à défendre cette idée théorique avec les arguments dont nous venons d'indiquer l'insuffisance, elle n'a que la valeur d'une simple supposition plutôt contraire aux apparences.

Il n'en est plus de même si l'on tient compte de la distribution des organes lumineux dans la larve, ces organes étant tous symétriques et isolés, sauf le dernier et le premier : et encore celui-ci est-il manifestement formé de deux lobes accolés l'un à l'autre (Pl. II, *ap.l*).

On ne peut guère conserver de doutes sur la dualité de l'organe ventral, quand on tient compte du nombre, de la disposition et du rôle des muscles et des nerfs qui concourent à son fonctionnement et que l'on peut facilement homologuer à ceux des deux appareils prothoraciques.

Chez la larve du premier âge, on constate facilement que les muscles latéraux, qui font mouvoir la tête et la portent tantôt de côté, tantôt en haut, exercent une influence très grande sur l'activité de l'appareil photogénique.

Mais, qu'il s'agisse de la larve ou de l'Insecte parfait, on voit que le rôle des muscles ne fait que favoriser l'acte fondamental de la fonction photogénique, sans se confondre avec lui (1).

(1) *Remarque.* — L'analyse approfondie du rôle des muscles dans l'accomplissement de la fonction photogénique montre suffisamment, sans qu'il soit nécessaire d'insister davantage, l'inexactitude de l'interprétation proposée par MM. Robin et Laboulbène.

Dès qu'un des organes ventral ou dorsal, disent ces auteurs, est mis à découvert, sa surface humide et brillante s'enfonce et se relève par mouvements lents et réguliers dus à la contraction des faisceaux musculaires striés qui s'insèrent à la face profonde. Cette surface devient bientôt louche et verdâtre, parce que ces contractions rompent alors les cellules adipeuses de l'enveloppe sus-indiquée et font couler sur elles les gouttelettes de leur contenu huileux.

La conception du rôle singulier de ces fibres musculaires *brisant l'enveloppe des cellules adipeuses pour faire écouler leur contenu huileux* est tout à fait ingénieuse; mais, en désaccord absolu avec les faits que nous avons exposés. Il est surprenant que ces observateurs n'aient pas reconnu dans ce liquide *louche* et *verdâtre* les caractères si tranchés du sang de ces Coléoptères.

*Innervation.* — D'une manière générale, malgré les travaux de Treviranus, de Burmeister, de Renger, de Walckenaer, de Dugès, de Yersin et ceux plus récents de Faivre, l'étude de la physiologie du système nerveux des Insectes est encore fort peu avancée.

En ce qui concerne l'influence du système nerveux sur la fonction photogénique des Pyrophores, nous ne connaissons pas d'expériences antérieures aux nôtres, sauf la prétendue galvanisation de la chaîne ventrale tentée par de Humboldt au moyen de morceaux de zinc et d'argent (p. 21) (1).

Les Pyrophores se prêtent beaucoup mieux cependant à ce genre de recherches que les Lampyres qui sont mous, fort peu maniables, et perdent beaucoup de sang sous l'influence de la moindre piqûre. Les Élatérides lumineux, au contraire, sont robustes et dociles. La résistance et la fixité des diverses pièces tégumentaires rendent facile la détermination de leurs rapports avec les différentes parties du système nerveux.

*Ganglion frontal.* — Si l'on enfonce une aiguille rougie au feu dans le point correspondant au ganglion frontal, on constate au bout de quelques minutes que l'Insecte n'a perdu aucune de ses facultés motrices proprement dites. Les antennes, les palpes, les pattes, tous ces organes peuvent se mouvoir spontanément ; mais, l'Insecte paraît privé de la faculté de coordination ou de la notion du monde extérieur ; il se dirige tantôt à droite, tantôt à gauche, et son allure incertaine (fig. XVII) contraste singulièrement avec la démarche régulière, rectiligne et assurée qu'il affecte toujours à l'état normal (fig. XVIII).

S'il se heurte à un obstacle, il ne cherche pas à le tourner ou à le franchir : il recule un peu, se heurte de nouveau, ou bien il reste immobile en face de lui.

Les appareils lumineux prothoraciques sont alors éteints complètement ou n'émettent plus qu'une très faible lueur, mais le reflexe sensitif n'est pas aboli, car toujours l'excitation mécanique fait naître la lumière ou produit un accroissement rapide de la luminosité dont l'éclat est aussi intense qu'à l'état ordinaire.

Une section transversale pratiquée entre le ganglion frontal et

(1) *Remarque.* — MM. Robin et Laboulbène ont écrit que Brown et Linné avaient prouvé de mille manières que le pouvoir éclairant était placé sous l'influence de la volonté. Brown n'a fait aucune expérience à ce sujet, quant à Linné, il ne paraît pas, dans ses écrits, qu'il ait vu des Pyrophores autre part que dans les collections de la Reine Ulric.

les ganglions cérébroïdes, de façon à diviser les connectifs et à isoler complètement le ganglion frontal, produit les mêmes résultats que la piqûre de cet organe. On remarque en outre que l'In-



Fig. XVII. — Graphique de la marche après lésion du ganglion frontal.

secte ouvre fréquemment ses élytres et qu'il prend la même attitude que lorsqu'on le place, à l'état normal, dans l'air raréfié, dans les gaz inertes ou dans un milieu dont la température est élevée au-dessus de 30°. Il y a manifestement de la gêne de la respiration.

*Ganglions cérébroïdes.* — Une section de la commissure réunissant les deux ganglions cérébroïdes n'exerce pas toujours une



Fig. XVIII. — Graphique de la marche normale du Pyrophore.



Fig. XIX. — Graphique de la marche en arrière après piqûre ou section de la commissure cérébroïde antérieure.

influence marquée sur la motilité. Cette section, de même qu'une simple piqûre de cette région, provoque souvent une irrésistible tendance à marcher en arrière. Le graphique de cette singulière allure est représenté par la figure XIX.

La sensibilité reflexe n'est pas amoindrie et les appareils lumineux fonctionnent normalement.

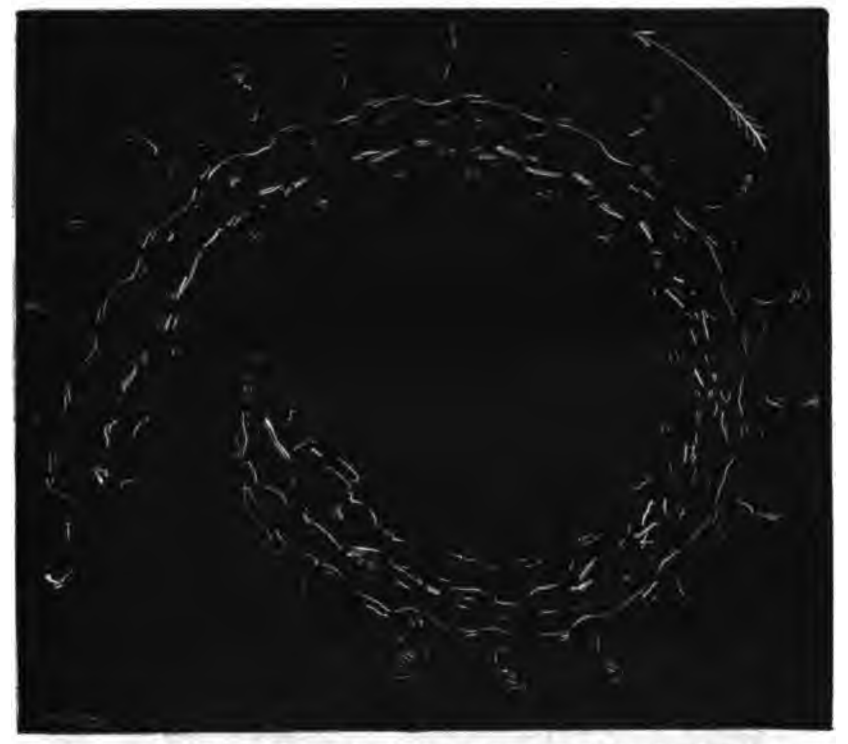


Fig. XX. — Graphique de la marche du Pyrophore après destruction du ganglion cérébroïde droit.

La destruction de l'un des deux ganglions cérébroïdes seulement imprime à la marche une direction circulaire autour d'un axe fictif qui serait situé du côté sain de l'Insecte.

Les graphiques offrent toujours une remarquable régularité.

Lorsque la lésion porte sur le ganglion cérébroïde droit, l'Insecte est entraîné à gauche (fig. XX).

Si, au contraire, la lésion porte sur le côté gauche, c'est vers la droite que l'Insecte est entraîné (fig. XXI).

Parfois, les cercles décrits par l'Insecte sont moins étendus (fig. xxii) ou bien encore la pointe de l'abdomen devient le pivot de rotation du corps de l'Insecte et l'on obtient des tracés qui peuvent paraître différents des précédents, mais qui en réalité sont produits par le même mécanisme (fig. xxiii et xxiv).



**Fig. xxi. — Graphique de la marche du Pyrophore après destruction du ganglion cérébroïde gauche.**

L'étude attentive de ces tracés montre que le mouvement de rotation ne s'effectue pas ici par le même procédé que lorsque l'Insecte privé, dans l'obscurité, d'une lanterne prothoracique, décrit les graphiques que nous avons figurés plus haut (fig. x et fig. xi).

Il est important d'être fixé sur ce point, car on pourrait sup-

poser que le mouvement tournant tient à la suppression des centres optiques d'un côté.



Fig. XXII.

*Lobes optiques* — Après la destruction du lobe optique d'un côté ou de la cornée, par le fer rouge, on peut obtenir des dévia-



Fig. XXIII.



Fig. XXIV.

tions en rond de la marche comme lorsqu'une des lanternes thoraciques est obturée et alors le graphique est identique. Mais, il

arrive souvent que l'Insecte s'avance en ligne droite, quoiqu'avec hésitation.

Lorsque les deux yeux sont détruits, la marche est de même un peu hésitante et l'Insecte se sert alors de ses antennes comme quelqu'un qui va à tâtons. Si l'on enlève une des antennes, l'animal est entraîné du côté opposé.

Enfin, quand on supprime les deux antennes, ce sont les palpes maxillaires qui sont chargées de les suppléer.

Aucune des modifications apportées à la marche par ces divers procédés ne donne les mêmes résultats que les lésions d'un ganglion cérébroïde.

L'observation directe et l'examen des graphiques montrent clairement que les membres du côté opposé à celui de la lésion ne sont pas paralysés ; ils sont seulement atteints de parésie : les mouvements ont moins d'amplitude et leur énergie étant moins grande, l'action des membres du côté opposé devient prédominante ; l'Insecte est alors poussé du côté le plus faible.

Pendant la natation, cette observation est facile à faire et il y a lieu d'être surpris que M. Faivre, qui a étudié l'influence de ces lésions sur les Dytiques, attribue le mouvement de rotation à un acte volontaire de la part de l'animal (1).

Il suffit, pour démontrer l'inexactitude de cette interprétation de séparer la tête du corps de l'Insecte après avoir déterminé le mouvement de rotation par une lésion d'un ganglion cérébroïde; même après l'ablation de la tête, la modification imprimée à la marche persiste et elle est de même sens qu'avant (2).

En un mot, le phénomène de paralysie croisée existe chez

(1) E. Faivre. Ann. des Sc. nat., (4), VIII et IX, 1857 et 1858.

(2) *Remarque.* — Nous avons répété plusieurs fois cette expérience sur d'autres Insectes, sur des Poissons (Anguilles) et des Oiseaux (Canards). L'impression transmise par le cerveau à la chaîne ganglionnaire ou à la moëlle persiste dans ces centres, même après la destruction de l'organe qui a servi de point de départ. On peut dire dans ce cas : *Causa ablata, non tollitur effectus.* L'ordre donné par le cerveau, alors même qu'il vient d'être détruit continue à être exécuté, peut-être en vertu d'une de ces actions encore peu connues que l'on désigne sous le nom de phénomènes inhibitoires (a)

(a) R. Dubois, *Application de la méthode graphique à l'étude des modifications imprimées à la marche par les lésions nerveuses expérimentales chez les Insectes.* Bull. de la Soc. de Biol., (8), I, p. 612, 1885. — Id., *Persistance des troubles moteurs d'origine cérébrale, après l'ablation de la tête, chez le Canard.* Bull. de la Soc. de Biol., (8), III, p. 19, 1886.



l'Insecte après la destruction du ganglion cérébroïde, mais la paralysie est incomplète.

Il est bien évident que les mouvements des antennes et des palpes maxillaires du côté sain ne sont pas modifiés, tandis que ceux des antennes du côté où le ganglion cérébroïde a été détruit sont abolis.

Il était indispensable de bien fixer les effets produits par ces lésions nerveuses et d'établir avec soin leur déterminisme avant de rechercher qu'elle pouvait être l'influence de celles-ci sur la fonction photogénique.

La destruction de l'un des deux ganglions cérébroïdes ne modifie pas le fonctionnement des organes lumineux prothoraciques. Ils peuvent encore l'un et l'autre éclairer spontanément, avec la même énergie et le reflexe sensitif, qui amène une exagération de l'intensité lumineuse, se manifeste, quel que soit le point sur lequel porte l'excitation.

Si l'on découvre les deux appareils en enlevant la calotte chitineuse qui les protège, on constate la persis tance des pulsations musculaires, dont nous avons parlé, dans l'un et l'autr eappareil.

Mais, si les deux ganglions cérébroïdes sont détruits à la fois, les pulsations rhythmiques disparaissent et le phénomène lumineux est immédiatement supprimé. C'est en vain que l'on excite les divers points du corps de l'Insecte : le reflexe lumineux n'existe plus.

L'Insecte peut marcher, écarter ses élytres et ses ailes ; mais, il n'est plus éclairant et a perdu la faculté de sauter.

On ne peut faire reparaître une lueur qu'en excitant directement l'organe ; mais, celle-ci est passagère et peu intense.

La décapitation produit le même effet.

*Ganglion prothoracique.* — La destruction du ganglion prothoracique d'où partent les nerfs qui innervent les muscles des organes lumineux prothoraciques amène leur extinction définitive et aucune excitation portée soit au-dessus, soit au-dessous de ce ganglion ne peut faire reparaître la lumière.

*Ganglion sous-œsophagien.* — Si l'on détruit la masse ganglionnaire sous-œsophagienne, l'Insecte se comporte comme lorsque les deux ganglions cérébroïdes n'existent plus, mais les mouvements des palpes et des antennes persistent.

La pointe rougie d'une aiguille portée entre le point lésé et l'appareil prothoracique d'un côté provoque l'apparition de la lumière dans cet appareil.

On obtient le même résultat en appliquant cet excitant dans tous les points compris entre l'appareil prothoracique et la région occupée par le ganglion prothoracique, mais non en arrière de celui-ci.

La plaque ventrale se comporte de la même façon après la destruction du ganglion sous-œsophagien.

L'excitation, portée entre le point lésé et la plaque ventrale, peut faire reparaître la lumière éteinte dans cet appareil ; mais, le résultat est nul si l'excitation est portée au-dessous de cet organe ou bien si le ganglion qui commande à ses muscles est détruit.

En résumé, trois indications principales résultent de ces expériences.

1° La lésion d'un des ganglions cérébroïdes ne suffit pas pour supprimer ou modifier la faculté photogénique, ce qui indique l'existence d'une sorte de suppléance de ces ganglions.

2° La destruction des deux ganglions cérébroïdes montre que d'une part la volonté intervient dans la manifestation lumineuse spontanée et que de l'autre le reflex lumineux dépendant de la sensibilité générale a son siège dans ces organes.

3° Les ganglions cérébroïdes agissent par l'intermédiaire du ganglion prothoracique sur les muscles qui produisent les pulsations rhythmiques accompagnant le phénomène lumineux dans les organes prothoraciques :

4° L'organe abdominal se comporte sous le rapport de l'innervation comme les appareils prothoraciques (1).

(1) *Remarque.* — Les observations qui résultent des expériences faites par Matteucci sur le Lampyre d'Italie concordent avec les nôtres : « Il suffit » dit-il « d'irriter l'Insecte en un point quelconque pour le voir en un instant devenir lumineux. En touchant un des points des segments la lueur persiste davantage. Si à ce moment on coupe la tête de l'animal, on ne tarde pas à voir la lumière s'affaiblir puis cesser entièrement, et alors, on aperçoit la couleur rouge de la membrane des segments lumineux. Dans cet état, on peut irriter même fortement l'Insecte sur le thorax, sans que l'on réussisse à le rendre phosphorescent. Pour que cet effet ait lieu, il est nécessaire de toucher les segments lumineux eux-mêmes et alors les points brillent et la lumière va s'étendant de ceux-ci au reste des segments eux-mêmes. »

Matteucci a noté également, au moment de l'apparition de la lumière, un mouvement oscillatoire extrêmement rapide dans le point excité, qui n'est autre que le mouvement fibrillaire des faisceaux musculaires.

Les auteurs qui ont écrit depuis Matteucci sur l'influence du système nerveux sur la luminosité du Lampyre n'ont rien ajouté d'important.

Mais, nous le répétons, le Lampyre ne se prête pas à une analyse physiologique méthodique comme celle que nous avons pu pratiquer sur le Pyrophore.

### § 6. — *Respiration.*

L'étude de la respiration présente chez les Pyrophores un intérêt tout spécial, en raison de l'importance que l'on a attribuée jusqu'à présent à la théorie de la *combustion photogène*.

L'influence de l'acte respiratoire sur la fonction photogénique doit être étudiée à trois points de vue qui sont : 1° le mécanisme de la respiration ; 2° les modifications subies par l'air respiré ; 3° la respiration élémentaire comparée dans les organes lumineux et dans les autres tissus.

*Rapport de la fonction photogénique avec le mécanisme respiratoire.* — Les premières recherches sur le mécanisme de la respiration chez les Élatérides sont dues à M. Plateau (1), qui a eu recours pour cette étude à la méthode graphique et à celle des projections. Nous nous sommes servi exclusivement de la première de ces deux méthodes.

L'appareil graphique employé consiste en un stylet d'aluminium, très mince, très léger, d'une longueur de $0^m20^{cm}$. Il est monté sur un support qui porte un axe fixe en acier, autour duquel peut tourner l'extrémité du stylet opposée à la pointe : les mouvements de déplacement latéraux sont limités par deux rondelles métalliques fixes. Le stylet porte à deux centimètres de l'axe de rotation un petit talon, dont l'extrémité bifurquée s'appuie sur le point à explorer.

Dans les expériences de M. Plateau, l'Insecte était supporté par une épingle traversant le prothorax, le quatrième somite abdominal reposant sur une épingle coudée à angle droit.

Pour éviter toute mutilation, il est préférable de fixer l'Insecte sur un bouchon de liège, soit au moyen d'une bandelette de caoutchouc passant sur le prothorax, soit en soudant au liège la face inférieure du corps avec un peu de paraffine fusible à 45°.

Lorsque le prothorax seul est immobilisé, on peut étudier à la fois les mouvements de totalité de l'abdomen et les mouvements particuliers des diverses pièces qui concourent au jeu de la respiration.

M. Plateau pense que les grands mouvements d'élévation et d'abaissement de la pointe de l'abdomen ne sont pas en rapport avec l'acte respiratoire. Cependant, cet auteur a trouvé une rela-

(1) Plateau, *Recherches expérimentales sur les mouvements respiratoires des Insectes*. Bruxelles, p. 97, 1881.

tion constante entre le relèvement de l'extrémité postérieure de l'abdomen, l'affaissement de la partie médiane et le mouvement général d'expiration, « de sorte que le profil longitudinal de la face dorsale devient un peu concave ».

On peut constater l'exactitude de cette observation dans la seconde moitié du tracé n° 2, fig. XXVI, qui représente à la fois les mouvements de totalité de l'abdomen et les mouvements respiratoires de l'un des tergites.

Cette remarque est particulièrement intéressante, en ce qui concerne les Pyrophores, parce que c'est précisément le mouvement de relèvement forcé de la pointe de l'abdomen, accompagnant le mouvement d'expiration générale, qui détermine l'apparition de la lumière dans la plaque ventrale. Or, si la lumière était due à une combustion s'effectuant au niveau des trachées, qui aboutissent à l'organe lumineux abdominal, on comprendrait difficilement que l'expiration forcée pût faire apparaître le phénomène lumineux.

Le mouvement de relèvement de la pointe de l'abdomen, accompagnant le mouvement d'expiration générale a pour effet de faire refluer le sang contenu dans la cavité abdominale vers la partie antérieure du corps de l'Insecte. Ce sang qui a été hématosé pendant l'inspiration est poussé vers les organes lumineux qui s'ouvrent, pour le recevoir, par le mécanisme des muscles extenseurs que nous avons expliqué plus haut, et le phénomène lumineux s'accomplit.

On peut s'assurer de deux manières qu'il en est ainsi, soit en faisant exécuter à l'abdomen le même mouvement à l'aide des doigts, en déprimant légèrement la face dorsale de l'abdomen, soit en observant les fluctuations que subit une goutte de sang obtenue à l'aide d'une piqûre pratiquée sur l'organe lumineux.

Recherchons maintenant quelle relation existe entre les mouvements respiratoires proprement dits et le phénomène lumineux.

Pour se débarrasser de l'influence que les grands mouvements d'élévation et d'abaissement de la pointe abdominale exercent sur la forme du graphique des mouvements de chaque tergite considéré isolément, on procède de la manière suivante. Après avoir pratiqué deux incisions curvilignes dans les élytres, de façon à mettre à découvert les ailes, on sectionne celles-ci près de leur point d'insertion. La petite fenêtre ovale ainsi obtenue permet de voir la partie médiane des tergites abdominaux. On peut alors faire reposer sur chacun d'eux successivement le petit

talon du stylet enregistreur et obtenir facilement le graphique des mouvements respiratoires de chaque anneau de l'abdomen. La face ventrale est soudée dans toute son étendue au support de liège, au moyen de la paraffine fusible à 45°.

Les tracés obtenus offrent des caractères différents, selon l'anneau considéré, selon l'état d'excitation de l'Insecte, etc. Nous n'avons pas à entrer ici dans l'analyse de ces mouvements, qui trouverait mieux sa place dans une étude spéciale du mécanisme de la respiration chez les Coléoptères et nous nous bornerons à enregistrer le fait suivant qui offre une importance capitale au point de vue qui nous occupe. Les tracés n[os] 2, 3, 4, 5 et 6 (fig. XXV..... XXIX) pris sur les différents anneaux de l'abdomen nous montrent que les mouvements parfaitement réguliers et rhythmés de la respiration peuvent être suspendus complètement comme l'indique la ligne droite commençant au point E sur chaque tracé. Ce point E indique le moment précis où l'Insecte a été excité. L'excitation était pratiquée soit en touchant avec un pinceau la surface des téguments ou les antennes, soit en approchant un stylet rougi au feu, soit encore en déposant au voisinage des antennes une goutte d'ammoniaque ou de toute autre liquide émettant des vapeurs irritantes. Or, quelle qu'ait été la nature de l'excitant employé, toujours l'arrêt des mouvements respiratoires a suivi immédiatement l'excitation et simultanément la lumière a paru avec tout son éclat dans les appareils prothoraciques. Il est hors de doutes que le même reflexe sensitif qui arrête les mouvements respiratoires soit précisément celui qui donne à la luminosité son intensité maxima.

L'étude du système musculaire des appareils lumineux nous permet de comprendre comment l'Insecte peut, alors même qu'il est immobilisé, utiliser les muscles propres et les muscles accessoires qui sont des extenseurs : les mouvements d'extension du prothorax sur le thorax et de relèvement de l'abdomen sont seuls supprimés.

Non seulement le reflexe sensoriel, qui amène la production de la lumière et arrête la respiration, est conservé chez l'Insecte fixé comme nous l'avons indiqué; mais, chaque soir, à l'heure ordinaire, l'exacerbation vespérale se produit. L'animal en expérience est peu incommodé par cette immobilité forcée. Nous avons pu conserver en vie pendant plusieurs jours, sur le morceau de liège où ils avaient été maintenus par la paraffine, des Pyrophores qui n'ont cessé d'être spontanément lumineux le soir

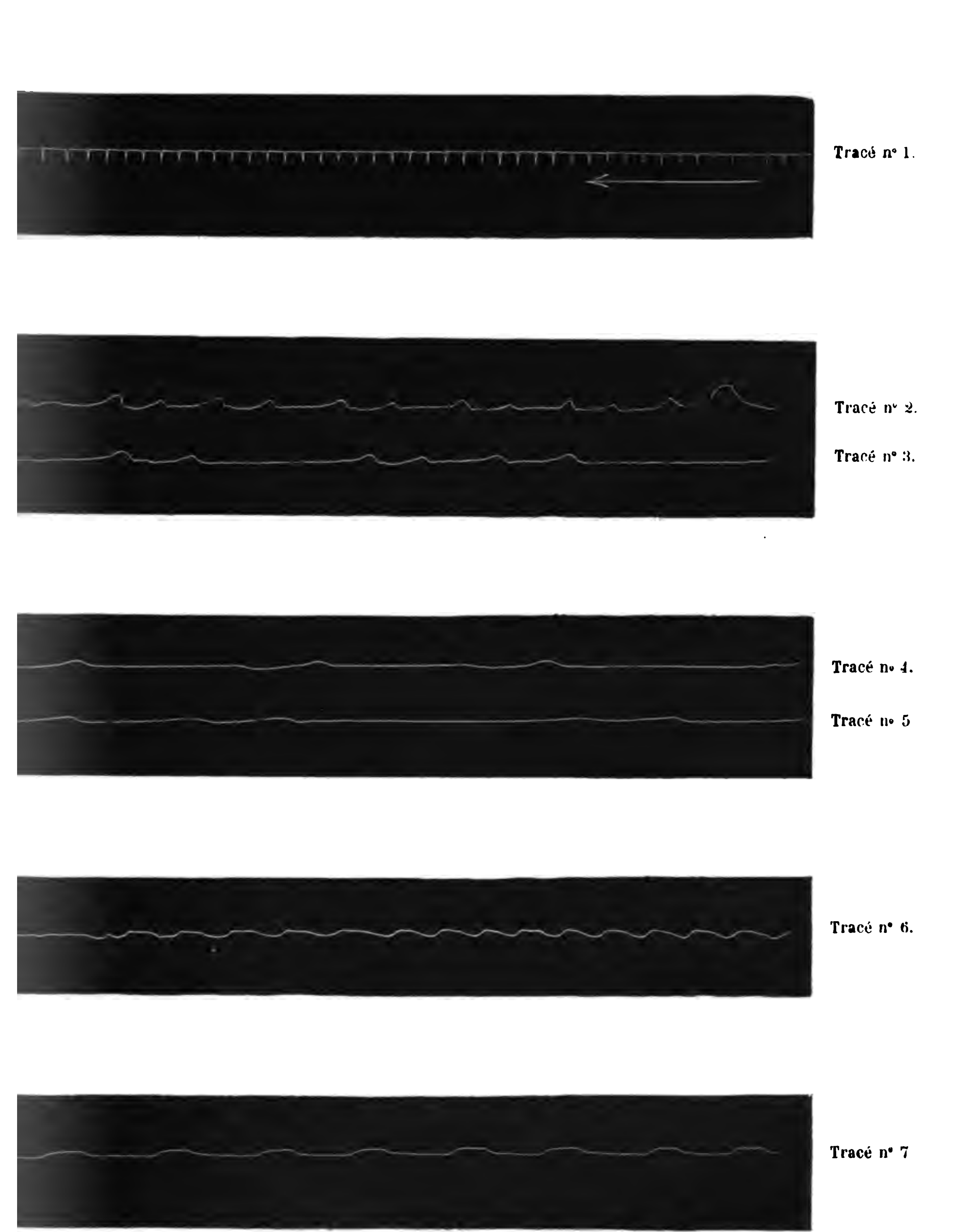
que vers le troisième ou le quatrième jour. Le graphique de la respiration a pu être pris pendant ce laps de temps, le jour et la nuit (1). L'examen du tracé indique que vers le soir les mouvements respiratoires augmentent de fréquence mais non d'amplitude, pendant que les appareils prothoraciques émettent spontanément de la lumière. Mais, cette coïncidence n'existe que pendant les deux premiers jours et vers la fin du troisième en général, l'épuisement de l'Insecte entraîne la perte de la luminosité; cependant les mouvements respiratoires continuent à subir l'influence de la surexcitation vespérale. Il s'agit donc ici de deux phénomènes concomittants qui dépendent l'un et l'autre de la suractivité générale de l'organisme, pendant la période crépusculaire.

Il importe de faire remarquer que chez les Insectes immobilisés au moyen de la paraffine par le procédé que nous avons décrit, les stigmates prothoraciques sont obturés : ceux du méso·thorax, qui ne fonctionnent que pendant le vol, sont également inactifs. Il résulte de ce fait que les stigmates abdominaux suffisent à la respiration et que le mécanisme respiratoire des anneaux de l'abdomen est le seul qui soit à considérer.

L'occlusion des stigmates prothoraciques démontre de la manière la plus nette que le jeu des stigmates ne commande pas à la fonction photogénique des organes qui reçoivent des trachées partant de ces ouvertures. D'ailleurs, la disposition anatomique des trachées indique suffisamment, ainsi que nous l'avons déjà

(1) *Remarque.* — Dans une de ces expériences nous avons enregistré les mouvements respiratoires pendant trois heures consécutives du jour et trois heures de la nuit.

Le cylindre sur lequel s'inscrivait le graphique faisait un tour en quinze minutes : chaque ligne du tracé de la nuit portait l'indication de 85 à 90 mouvements respiratoires, tandis que celles du jour en montraient seulement 50 à 60. L'examen comparatif de ces tracés indiquait que l'amplitude, la régularité et même la fréquence des oscillations respiratoires était la même la nuit et le jour, l'Insecte étant éclairant ou éteint. Mais la différence des chiffres fournis par le nombre des pulsations exécutées la nuit et le jour en quinze minutes s'explique facilement par ce fait que dans le jour les mouvements respiratoires se font par séries suivies d'intervalles de repos, tandis que le soir les mouvements sont continus. Si, pendant la nuit, on éclaire vivement la pièce où se trouve l'Insecte, le rhythme respiratoire n'est pas modifié, mais la lumière de l'Insecte est modérée ou supprimée. Inversement, dans le jour, quand l'Insecte n'est pas éclairant, on ne voit pas, en dehors des excitations extérieures, se produire des variations de l'état des organes lumineux en rapport avec les temps d'arrêt assez réguliers et occupant parfois un tiers du tracé ou avec les séries de mouvements respiratoires.




**noctilucus.**
*thoraciques.*

fait observer (p. 76), que l'occlusion de tel ou tel stigmate ne peut amener aucune perturbation localisée, en raison des larges anastomoses qui mettent en communication entre elles toutes les trachées du corps de l'Insecte.

En disposant convenablement au-dessous du corps de l'Insecte, fixé par l'abdomen seulement, un petit miroir, on peut observer simultanément le jeu des stigmates prothoraciques et les variations d'intensité du pouvoir éclairant des organes prothoraciques. On constate alors que ces stigmates s'ouvrent et se ferment en moyenne cinq à six fois par minute, que les Insectes soient éteints ou qu'ils soient éclairants.

Il n'est pas possible d'étendre aux Pyrophores les conclusions de Morren, qui a attaché une grande importance à l'ouverture et à la fermeture des stigmates dans la production du phénomène lumineux chez le Lampyre noctiluque. D'après cet observateur, quand les stigmates se ferment, la lumière s'éteint aussitôt et reparaît lorsque le stigmate s'ouvre de nouveau, et comme l'Insecte a le pouvoir d'ouvrir ou de fermer ses stigmates, il peut à volonté augmenter ou diminuer sa lumière. Il explique ainsi l'intensité plus grande de la lumière des Élaters pendant le vol, parce que, dit-il, à ce moment la respiration étant plus énergique, les stigmates restent ouverts. Il suffit, pour montrer l'inanité de cette hypothèse, de faire remarquer que la plaque ventrale entre en activité et brille avec vivacité toutes les fois que l'Insecte écarte ses élytres et relève la pointe de l'abdomen par le jeu des muscles extenseurs, alors même qu'il ne vole pas.

Ajoutons encore que si l'on ferme avec de la paraffine l'un des deux stigmates prothoraciques, l'ouverture du second étant laissée libre, on ne constate aucune différence dans l'intensité lumineuse des deux appareils prothoraciques.

Il semble également que la respiration cutanée existe chez ces Coléoptères, car lorsqu'on les soumet à l'action du vide, après les avoir immergés dans l'eau bouillie, on voit leurs téguments se couvrir de fines bulles gazeuses.

La suppléance qui s'établit au point de vue de la respiration entre les différentes parties du corps n'est pas douteuse. Si l'on immerge, soit la moitié postérieure, soit la moitié antérieure seulement du corps de l'Insecte, les organes lumineux continuent à fonctionner comme à l'état normal.

Mais, vient-on à plonger l'Insecte tout entier dans l'eau privée de gaz ou dans l'huile, au bout d'un quart d'heure environ, la

luminosité des appareils décline et ne tarde pas à disparaître.

Tous les stigmates et les pores cutanés étant fermés, il faut quinze minutes pour obtenir ce résultat, comment pourrait-on accepter l'hypothèse de Morren qui voit dans le jeu des stigmates un moyen de régler à volonté l'éclat de la lumière ?

Puisque l'occlusion de tous les orifices respiratoires a pour effet d'amener l'extinction des foyers lumineux, au bout de quelques minutes, on peut être tenté de pencher vers la théorie de la *combustion photogène*. Si la fonction photogénique était seule entravée, cet argument aurait une certaine valeur ; mais, l'extinction est accompagnée, dans ces conditions, d'asphyxie manifeste, laquelle entraîne avec elle des perturbations profondes des systèmes nerveux et musculaire s'accusant par une vive agitation, bientôt suivie d'une profonde inertie.

L'immersion produit donc des effets analogues à ceux qui résultent de la dépression barométrique (V. p. 158 et suiv.), moins cependant les modifications imprimées par le vide à la forme de l'abdomen de l'Insecte, qui indiquent que le mécanisme respiratoire et circulatoire est profondément atteint, ainsi qu'il est facile de le comprendre, grâce aux notions acquises antérieurement.

Nous savons aussi que l'introduction de liquide dans les trachées occasionne la perte du pouvoir photogénique et que celui-ci reparaît quand on a débarrassé par le vide les voies aériennes (p. 160).

Il est donc bien évident que l'acte respiratoire est nécessaire à l'exercice des appareils photogéniques, au fonctionnement desquels concourent non seulement le tissu propre de l'organe, mais encore des muscles, des nerfs et le sang lui-même. Mais, c'est là une loi physiologique générale qui veut que tout organe ou tout appareil qui travaille respire.

Nous croyons avoir démontré suffisamment que, si la respiration est une nécessité pour le tissu de l'organe lumineux, comme pour tout autre tissu, il y a lieu d'abandonner complètement l'hypothèse anti-physiologique d'une combustion lumineuse localisée dans des appareils comparables à des foyers recevant de l'air par des conduits spéciaux destinés à alimenter la combustion et dont l'activité serait réglée par le jeu de stigmates déterminés.

*Modifications subies par l'air respiré.* — Nous savons déjà que pendant la période nocturne les mouvements respiratoires sont, dans un temps donné, plus nombreux que dans le jour. Il était

utile de rechercher si la consommation d'oxygène et la production d'acide carbonique étaient en rapport avec l'accélération des mouvements respiratoires.

A cet effet, vingt Pyrophores furent enfermés pendant trois jours et trois nuits dans un flacon de verre plat, posé horizontalement. Ce récipient, dont la forme permettait aux Insectes de se mouvoir librement, avait une contenance de 300cc. La composition de l'air dans lequel les vingt Pyrophores avaient respiré fut déterminée matin et soir, après un séjour de douze heures de nuit et de douze heures de jour. A la suite de chaque analyse, l'air du flacon était renouvelé avec soin.

L'analyse de l'air a donné les chiffres suivants :

Oxygène absorbé pendant le jour :

1er jour......... 16cc9.
2e » ......... 24 2.
3e » ......... 20 6.

Acide carbonique exhalé pendant le jour :

1er jour......... 15cc7.
2e » ......... 21 3.
3e » ......... 18 3.

Oxygène absorbé pendant la nuit :

1re nuit......... 32cc7.
2e » ......... 34 2.
3e » ......... 37 5.

Acide carbonique exhalé pendant la nuit :

1re nuit......... 21cc4.
2e » ......... 22 3.
3e » ......... 28 2.

L'examen de ces chiffres indique que les Pyrophores absorbent toujours plus d'oxygène, en volume, qu'ils ne rejettent d'acide carbonique et que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ s'éloigne beaucoup plus de l'unité la nuit que le jour.

Le récipient de verre ne renfermait aucune trace d'excréments et l'air analysé ne paraissait pas contenir de produits gazeux particuliers susceptibles d'expliquer l'emploi de l'oxygène disparu.

Nous nous sommes demandé si une partie de l'oxygène n'était pas condensée à l'état d'ozone, la présence d'une quantité notable de ce gaz dans l'air n'étant pas incompatible avec la vie pour le Pyrophore. L'air dans lequel les Pyrophores avaient respiré possédait une odeur *sui generis* qui n'était pas celle de l'ozone. Mais,

l'hypothèse émise, à propos des Lucioles, que le phénomène lumineux pouvait s'expliquer par l'oxydation lente, en présence de l'air, d'un liquide occupant les dernières ramifications des trachées, ainsi que l'importance accordée par Radzizewski au rôle de l'oxygène actif dans la production de la phosphorescence des corps organisés, nous ont engagé à rechercher si l'atmosphère confinée, où avaient vécu pendant douze heures les Pyrophores, ne contenait pas d'ozone. Or, plusieurs expériences successives nous ont donné des résultats négatifs. Les divers papiers ozonoscopiques, suspendus dans les flacons contenant des Pyrophores, n'ont pas changé de teinte. Le papier bleu de tournesol humide a pris une légère coloration rouge vineux, déterminée probablement par l'action de l'acide carbonique.

Il restait à savoir si l'air resté dans les trachées ne contenait pas de l'ozone susceptible d'être absorbé ou décomposé dans les voies respiratoires de l'Insecte (1).

Expérience. — Dans un tube portant un étranglement à sa partie moyenne, nous avons introduit une solution d'iodure de potassium dans l'eau amidonée (2). Un Pyrophore fut introduit dans la partie inférieure du tube qui était rempli en grande partie par le liquide réactif; l'étranglement empêchait l'Insecte de surnager. Par l'action du vide, les gaz s'échappaient du corps, principalement au niveau des stigmates. Les bulles qui devenaient libres traversaient, avant de s'échapper, la colonne du liquide ozonoscopique, avec lequel elles avaient été déjà longtemps en contact, en raison de leur adhérence aux téguments. Même après agitation, la couleur du liquide resta la même. Bien plus, en rétablissant la pression et en faisant de nouveau le vide, il fut possible de retirer une partie du liquide qui avait pénétré dans les trachées: il était incolore. On pouvait, en interposant un manomètre à mercure entre le tube étranglé et la machine pneuma-

(1) *Remarque.* — Le volume d'air contenu dans le système trachéen de l'Insecte est assez considérable. On peut l'évaluer approximativement au quart du volume du corps. On a une idée assez exacte de la capacité trachéenne de l'Insecte en soumettant à l'action de la machine pneumatique un Pyrophore immergé dans l'eau. Après avoir extrait les gaz par le vide, on rétablit la pression et l'eau se précipite dans les trachées. La différence de poids, avant et après l'expérience, donne le volume d'eau qui a pénétré par les orifices respiratoires.

(2) *Remarque.* — Une bulle d'oxygène ozonisé produisait dans cette solution un nuage bleuâtre très accentué. La même solution brunissait rapidement sous une cloche contenant des bâtons humides de phosphore.

tique, raréfier plusieurs fois de suite l'air qui avait été en contact avec l'Insecte, celui-ci étant tantôt immergé, tantôt à sec, selon la position occupée par le tube étranglé. Grâce à cette sorte de respiration artificielle, l'expérience put être prolongée assez longtemps avec des alternatives d'éclairage et d'extinction des organes lumineux et aucune trace d'ozone ne fut décélée.

Ces expériences permettent de penser qu'il ne se forme pas d'ozone, au moins dans l'arbre aérien, à moins que ce gaz ne soit détruit au fur et à mesure de sa formation.

La quantité d'acide carbonique produite pendant trois jours par vingt Pyrophores a été de 55cc4.

Pendant les trois nuits, cette quantité a été de 72,3.

La quantité totale a donc été de 127cc7.

D'autre part, le poids des vingt Pyrophores, avant l'expérience, était de.................... 8gr95
et, après l'expérience, de... 8gr32
La perte a donc été de.... 0gr63
soit environ 0gr03 par Insecte.

Mais, le poids de 127cc7 d'acide carbonique étant de 0gr249mg, cette quantité d'acide carbonique représente moins de 0gr06 de carbone.

L'excédant de la perte de poids doit être attribué en grande partie à la vapeur d'eau exhalée par les Pyrophores, car, nous le répétons, nous n'avons pas trouvé de trace d'excréments dans le récipient de verre où ces Insectes avaient séjourné pendant trois jours.

Si par la pensée on compare la dépense d'un foyer lumineux par combustion quel qu'il soit, avec celle des vingt Pyrophores qui ont donné ces résultats, il est difficile d'admettre que l'énergie lumineuse fournie par ces Insectes soit le résultat d'une combustion ; surtout si l'on considère que l'acide carbonique exhalé représente le produit brut de tout l'organisme.

On peut cependant objecter que nos propres expériences montrent que l'absorption de l'oxygène et la production de l'acide carbonique sont notablement plus considérables pendant la nuit, c'est-à-dire pendant la période d'éclairage ; mais, nous savons aussi que tout l'organisme est en état de suractivité, au moins pendant une partie de la nuit, et qu'il est impossible de faire, par ce procédé, la part de la dépense qui doit être attribuée à la production de la lumière.

*Respiration élémentaire.* — Depuis les expériences de Spallan-

zani (1), on sait que les tissus respirent alors même qu'ils sont séparés de l'organisme dont ils faisaient partie.

C'est en étudiant comparativement les modifications de l'air, en contact avec des Lampyrides entiers et avec des anneaux détachés, que Matteucci a cherché à démontrer la réalité de la combustion photogène.

Dans une première expérience, ayant enfermé dans des tubes d'égales dimensions (11cc8) neuf Vers luisants d'une part, et de l'autre neuf segments lumineux, il vit que les segments lumineux brillaient encore faiblement au bout de 36 heures, alors que les Insectes entiers avaient cessé de luire. Dans le premier tube, tout l'oxygène n'avait pas été absorbé, tandis qu'il l'avait été complètement dans le second.

Cette expérience semble établir que la résistance à l'asphyxie et à l'extinction est plus grande pour les segments isolés que pour l'Insecte entier.

Matteucci vit également que la phosphorescence pouvait se maintenir pendant quatre jours dans des segments lumineux séparés et placés dans une cloche contenant de l'oxygène; mais, que le quatrième jour ils s'éteignaient, bien que les deux tiers seulement de l'oxygène eussent été transformés en acide carbonique. Ces segments, remis à l'air libre ou dans l'oxygène, et même légèrement chauffés, ne pouvaient plus donner de lumière au bout de ce temps.

Il n'est pas nécessaire, comme l'a fait Matteucci, d'accorder à l'acide carbonique, dans cette circonstance, le rôle d'un gaz toxique. Il résulte de nos expériences qu'à la pression ordinaire un semblable mélange d'acide carbonique et d'oxygène ne produit aucun phénomène toxique et n'éteint pas la lumière des Pyrophores (p. 187). On pourrait être tenté d'expliquer ce résultat par l'équilibre qui s'établit entre l'exhalation et l'absorption de l'acide carbonique, comme cela se produit pour certains tissus dans les atmosphères suroxygénées, quand la proportion de l'acide carbonique atteint 30 0/0; (2); mais, dans ce cas, la lumière devrait reparaître en présence de l'air ou de l'oxygène pur.

En réalité l'activité des organes lumineux cesse en présence de l'oxygène pur au bout d'un certain temps par épuisement,

(1) Spallanzani, *Mémoires sur la respiration*, trad. de Senebier. Genève, 1803.
(2) Paul Bert, *Leçons sur la respiration*. Paris, p. 50, 1870.

parce qu'ils sont soustraits aux conditions de rénovation moléculaire nécessaire à l'entretien de la vie.

Enfin, Matteucci ayant observé comparativement dans trois cloches des Vers luisants entiers, des segments lumineux et des Vers privés de ces segments lumineux, fit la réflexion suivante d'après les nombres fournis par les analyses de l'air contenu dans les trois tubes : « Il est curieux, en considérant ces chiffres, de voir que les deux parties en lesquelles l'animal a été divisé auraient agi séparément avec la même intensité que dans le Vers luisant entier et comme si elles avaient vécu d'une vie commune. »

Les expériences de Matteucci sont fort peu concluantes et ce savant, qui cependant a le premier démontré qu'un muscle en action absorbe plus d'oxygène et exhale plus d'acide carbonique qu'un muscle en repos, n'a pas, à notre sens, tenu un compte suffisant de l'indépendance physiologique des segments isolés chez les Insectes, bien qu'il ait mentionné le fait.

Cette indépendance physiologique des segments a une importance très grande, ainsi que le prouvent les expériences suivantes.

EXPÉRIENCE I. — Cinq Pyrophores furent divisés en fragments dont on fit deux parts égales en poids. Chaque part fut placée dans un petit appareil contenant $0{,}20^{cc}$ d'air (1). Le premier appareil contenait les segments lumineux et le second les segments non lumineux : les élytres et les ailes avaient été enlevées.

Au bout de douze heures, on analysa comparativement l'air contenu dans les deux tubes et l'on trouva :

Segments non lumineux... $\frac{CO^2}{O} = \frac{2^{cc}8}{2^{cc}5}$.

Segments éclairants....... $\frac{CO^2}{O} = \frac{3^{cc}}{2^{cc}8}$.

Les segments éclairants avaient absorbé plus d'oxygène et produit plus d'acide carbonique dans le même temps.

Je fus frappé de la différence qui existait entre l'intensité lumineuse des segments portant les appareils prothoraciques et celle des anneaux auxquels étaient attachées les plaques ventrales.

(1) Les appareils pour l'étude de la respiration des tissus dont nous nous sommes servi se composent simplement d'un corps de pompe de seringue dont l'extrémité recourbée peut être obturée avec une boulette de cire. La face supérieure du piston doit être recouverte d'une couche d'eau ou d'huile. En pressant sur le piston on peut faire passer sous le mercure la quantité voulue de gaz à analyser dans un tube gradué.

Il était facile en même temps de constater que les segments prothoraciques étaient très mobiles et sans cesse agités, tandis que ceux qui portaient les plaques ventrales étaient inertes ou au moins paraissaient tels. Dans le second tube contenant les fragments méso- et métathoraciques non lumineux, les pattes restées attachées à ces anneaux n'exécutaient que des mouvements très lents, presqu'insensibles : les derniers anneaux de l'abdomen étaient nécessairement dans le même état que le tronçon portant la plaque ventrale presqu'éteinte.

La tête des Insectes était restée adhérente au prothorax ainsi que la première paire de pattes, et ces fragments se comportaient véritablement par leur luminosité et leur activité comme des Insectes complets.

La différence constatée par l'analyse, entre la composition de l'air des deux tubes, pouvait tenir à l'activité générale plus grande de ces segments.

On fit alors trois nouvelles expériences en ayant soin cette fois de diviser les segments lumineux ou non lumineux en très petits fragments. Les résultats changèrent alors de sens ainsi que le montrent les chiffres suivants :

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Fragments des segments lumineux de cinq Pyrophores $\frac{CO^2}{O} = \frac{4,5}{4,3}$.

— non lumineux — $\frac{CO^2}{O} = \frac{4,7}{4,4}$.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Fragments des segments lumineux des cinq Pyrophores $\frac{CO^2}{O} = \frac{4,5}{4,1}$.

— non lumineux — $\frac{CO^2}{O} = \frac{4,7}{4,3}$.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Fragments des segments lumineux de cinq Pyrophores $\frac{CO^2}{O} = \frac{4,6}{4,2}$.

— non lumineux — $\frac{CO^2}{O} = \frac{4,8}{4,5}$.

Il nous a été impossible de multiplier ces expériences faute de sujets, et nous ne nous dissimulons pas qu'il serait préférable d'étudier l'absorption de l'oxygène et l'exhalation de l'acide car-

bonique en opérant comparativement sur une quantité notable de tissu propre des organes lumineux et de muscles par exemple. Mais, cependant les indications fournies par ces expériences ne sont pas à négliger et montrent, tout au moins, qu'il ne convient pas d'accorder aux expériences de Matteucci une valeur absolue.

En résumé, cette étude prouve que les stigmates auxquels aboutissent les troncs trachéens qui se dirigent vers les organes lumineux n'ont pas plus d'importance que ceux-ci au point de vue de la fonction photogénique, contrairement à ce que l'on admet généralement.

On invoque souvent en faveur de la théorie de la combustion photogène le grand développement des trachées au niveau des organes lumineux. Cet argument n'a aucune valeur, puisque chez la larve du Pyrophore, qui possède un appareil lumineux puissant par rapport à sa taille, on constate que la branche qui se rend à l'organe photogène n'est pas plus développée que celle qui part du même stigmate dans une direction opposée (Pl. II).

D'ailleurs, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer (p. 63), ce sont précisément, chez les larves du second âge, les anneaux dépourvus de stigmates qui ont les appareils les plus lumineux et c'est aussi dans la région cephalo-prothoracique que se montre le premier et le plus actif, le seul qui existe pendant le premier âge.

Celui-ci n'est pas plus brillant au sortir de l'œuf que l'œuf lui-même et pourtant l'air pénètre en si grande abondance dans le système respiratoire, après l'éclosion, que le volume de la larve est tout à fait en disproportion avec celui de l'œuf, d'où elle vient de sortir.

Rien n'est moins physiologique que l'hypothèse d'une sorte de combustion locale dans laquelle les trachées joueraient un rôle analogue à celui des tuyaux de soufflets de forge attisant un foyer incandescent.

Toutes nos observations nous portent à penser que la respiration des tissus se fait surtout dans les organes lumineux par l'intermédiaire du sang, comme cela a lieu pour tous les tissus chez les animaux respirant par des branchies ou des poumons. Nous croyons qu'il en est de même pour les autres parties de l'Insecte, bien que l'on puisse suivre jusqu'à la surface de divers éléments anatomiques les plus fines ramifications trachéennes.

Si l'on veut admettre l'oxydation sur place des tissus directement au moyen de l'air amené par les trachées, ce n'est pas à la

combustion photogène qu'il faut l'appliquer : car, le lacis trachéen sous-jacent à l'organe lumineux est en rapport, non avec la zone lumineuse, mais avec celle qui est formée par l'accumulation des cellules altérées et rejetées vers la périphérie pour y être sans doute complètement brûlées et détruites.

On ne saurait cependant nier l'influence considérable exercée par la respiration sur l'accomplissement ou plutôt sur l'entretien du phénomène lumineux.

Toutes les perturbations profondes apportées au libre exercice de cette fonction fondamentale, entraînent rapidement la perte de la luminosité : l'immersion dans les liquides, dans les gaz produisant l'asphyxie mécaniquement ou chimiquement, l'action du vide, etc., sont autant de preuves de la nécessité de l'oxygène pour l'entretien de l'activité du tissu lumineux. Mais en quoi ce tissu diffère-t-il des autres? Tous sans exception respirent, sous peine de voir s'évanouir leur vitalité, et avec elle leurs propriétés physiologiques spéciales : faute d'oxygène, le muscle perd la contractilité, le nerf la sensibilité, le cerveau la pensée, l'organe lumineux la lumière.

D'autre part, toutes les fois que la privation d'oxygène a retenti sur la fonction photogénique, des manifestations anormales ont éclaté dans les divers systèmes et par conséquent dans les organes ou dans les appareils à la constitution desquels ils concourent.

L'étude de la respiration ne nous révèle rien du mécanisme intime d'où naît la lumière animale. Au contraire, nous avons relaté déjà dans le cours de ce travail des faits nombreux et importants qui infirment la théorie de la combustion photogène.

Nous allons voir dans le chapitre suivant l'expérience démontrer que l'énergie mécanique qui se transforme en lumière animale n'est pas mise en liberté par une combustion.

---

## CHAPITRE V.

### CHIMIE.

§ 1. — L'analyse spectrale démontre qu'il n'existe dans le corps de ces Insectes aucune substance minérale spéciale.

Le corps entier de l'Insecte perd par la dessication environ 85 0/0 de son poids primitif.

Les diverses parties du corps ne fournissent pas par la calcination des quantités de cendres égales, pour un même poids de substance desséchée.

Les segments renfermant les organes lumineux (premier anneau abdominal, prothorax) ont donné en moyenne 2,12 0/0 de cendres. Les autres anneaux ne portant pas d'organes lumineux sont aussi riches en substances minérales; mais, contrairement à ce que l'on pouvait supposer *à priori*, les tissus des ailes et des élytres en contiennent une quantité beaucoup moindre, 0 gr., 73 0/0.

Les cendres des anneaux se distinguent de celles des ailes et des élytres en ce que les premières sont entièrement composées de sels fusibles laissant dans le creuset une masse vitreuse complètement soluble dans l'eau, tandis que les secondes sont infusibles, blanches et fournissent, après calcination, une élégante dentelle dessinant les moindres détails du squelette des élytres : ces cendres ne sont pas solubles dans l'eau. Par place, on remarque à leur surface des taches d'un vert intense dues à la présence du manganèse. A part quelques traces de fer, de chlore et de soufre, ces cendres sont presqu'entièrement formées de phosphates.

Les cendres des anneaux, très alcalines, contiennent en très grande abondance du phosphate de potasse, tandis que celles des élytres renferment principalement des phosphates terreux.

Bien que nous n'ayons pu procéder à une analyse quantitative, l'abondance du précipité phospho-molybdique, à peu près égal dans la dissolution des cendres des anneaux porteurs d'appareils lumineux et dans celles des autres anneaux, nous permet de penser qu'il n'y a pas de localisation de ces sels dans telle ou telle partie du corps de l'Insecte.

D'ailleurs, pour les motifs que nous développons en remarque (1), il n'y a pas lieu d'insister sur ce point.

(1) Les auteurs qui se sont occupés de la façon dont les Lampyres produisaient la lumière semblent avoir attaché une grande importance à la recherche des phosphates dans les cendres des anneaux contenant les parties lumineuses, en raison du rôle que l'on attribuait au phosphore dans la production du phénomène photogène. Les résultats ont été différents entre les mains des divers expérimentateurs.

Schnetzler, de Vevey (2), a trouvé des traces de phosphore par les réactifs ordinaires dans la substance des organes lumineux du Lampyre noctiluque détruite par l'acide azotique et s'est appuyé sur ce fait pour attribuer la luminosité à la combustion du phosphore.

(2) Schnetzler, *Loc. cit.*

Le peu de substance fourni par des organes lumineux que nous avons possédés ne nous a pas permis de faire une analyse quantitative des principes immédiats qu'ils contiennent et les caractères qualitatifs n'ont pu être étudiés que par la méthode histochimique. Celle-ci, qui avait déjà été appliquée à l'étude des organes lumineux du Pyrophore, d'abord par le D[r] Burnett en

Matteucci, au contraire, n'a pu en trouver de traces sensibles, après calcination avec le nitre (a).

De même, d'après Phipson (b), Thornton Herapath n'a pu par une analyse très délicate découvrir la plus petite quantité de phosphore (à l'état de phosphates) dans le corps des Lampyres.

Ces divergences tiennent sans doute au peu de sensibilité des réactifs employés à l'époque où ces recherches ont été faites.

En calcinant dans un creuset de platine des Lampyres noctiluques et en traitant les cendres par quelques gouttes d'acide azotique, on peut demontrer, après dissolution par l'eau distillée, l'existence d'une abondante quantité de phosphates par le réactif nitro-molybdique.

Le précipité n'est pas plus abondant dans la dissolution des cendres des anneaux porteurs d'appareils lumineux que dans les autres.

Ce que nous venons de dire du Lampyre noctiluque s'applique également à la Luciole italique. Nous avons trouvé des quantités de phosphates approximativement égales, si l'on s'en rapporte à l'abondance du précipité, dans les segments antérieurs et dans les segments postérieurs chez des Insectes ayant séjourné plusieurs mois dans l'alcool absolu. Ce liquide ne les a pas dépouillé de leur phosphore ce qui indiquerait qu'il existe à l'état de combinaison (probablement à l'état de lécithine) dans le tissu adipeux.

Mais la présence ou l'absence de phosphate, n'a aucune signification, dans ce cas particulier, car nous en avons trouvé en abondance dans les diverses parties du corps d'autres Insectes et spécialement chez le Dytique *(Dyticus marginalis)* et chez la Saturnie du Chêne de la Chine *(Saturnia Pernyi)*. La présence de ces phosphates ne pouvait être imputée aux aliments ingérés, car la recherche des phosphates chez le *Saturnia* a été faite sur un Papillon qui venait d'éclore. Les œufs contenaient également des phosphates, ainsi que le méconium dans lequel le microscope montre la présence d'une quantité considérable des corpuscules arrondis dont nous parlerons plus loin.

Avant d'essayer la dissolution des cendres provenant de la calcination, on avait eu soin de porter le réactif nitro-molybdique à l'ébullition, après y avoir ajouté de l'eau distillée et de l'acide azotique dont on se servait, afin de s'assurer de la pureté des véhicules employés.

Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. le professeur Étard.

En raison de ces faits et de ceux que nous avons exposés antérieurement (p. 117, 118, 177 et 186), nous regrettons de ne pouvoir adopter l'opinion de M. Enell qui espère que l'on pourra constater que la luminosité du Lampyre est produite par le phosphore (g).

(a) Matteucci, *Loc. cit.*, p. 170.
(b) Phipson, *Loc. cit.*, p. 143.
(g) Henrik Enell, *Sur la phosphorescence du Ver luisant (Lampyris noctiluca).* Entomologisk tidskrift. Stockholm, I, p. 117 et 118, 1881.

1850, a donné entre les mains de M. Heinemann en 1872 et de MM. Robin et Laboulbène en 1873 certaines réactions qui concordent avec quelques-unes de celles que nous avons obtenues.

## § II. — *Histochimie.*

*Eau.* — L'eau distillée désagrège rapidement les cellules granuleuses de la couche externe et met en liberté les corpuscules arrondis (Pl. IX, fig. 8, *gr*). Ceux-ci, qui sont immobiles dans les cellules entières, prennent aussitôt un mouvement brownien très accentué. Les cellules de la couche centrale se gonflent peu à peu et prennent l'aspect de grosses gouttelettes graisseuses; mais, le contenu des cellules et les corpuscules sont insolubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et la benzine.

*Potasse.* — Selon le degré de concentration de la solution de ce réactif, l'action est plus ou moins rapide. La solution de potasse à 1/20 dissout rapidement le protoplasma des cellules granuleuses et met en liberté les granulations. Les cellules non granuleuses se gonflent, leur noyau ne tarde pas à disparaître ; elles prennent alors l'apparence de vésicules à paroi mince hyaline pleines d'un contenu huileux très réfringent. Ces vésicules augmentent rapidement de volume, leur paroi se rompt et laisse échapper le contenu fluide dans le liquide ambiant, qui est alors rempli d'une infinité de petites gouttelettes de même apparence. Au bout de plusieurs heures, la préparation est remplie d'une grande quantité de cristaux en tables rectangulaires plus ou moins allongées. Dans la solution de potasse très concentrée, les granulations se gonflent et la rapidité du mouvement brownien diminue. Elles prennent bientôt l'aspect de fines gouttelettes réfringentes qui se rassemblent pour en former de plus grosses en tout semblables aux précédentes. Dans la solution faible de potasse, les gouttelettes disparaissent, mais les granulations persistent. M. Heinemann a noté que la potasse faisait apparaître la structure radio-cristalline dans quelques-unes de ces granulations. Cette structure radio-cristalline (Pl. IX, fig. 7, *gr*) est visible avec un objectif à immersion (1/15) de Zeiss, dans les corpuscules des cellules non désagrégées par l'eau et immobiles. Lorsqu'on les examine à la lumière polarisée, elles produisent, grâce au mouvement brownien dont elles sont animées après désagrégation du protoplasma, un scintillement très remarquable. Jamais on ne peut en tournant

le nicol éteindre complètement leurs feux, en raison même de la disposition rayonnante des aiguilles qui composent les agglomérations. Les cristaux aiguillés sont donc bien nettement biréfringents et il n'y a pas lieu de considérer ces granulations comme des corpuscules amorphes.

*Soude et ammoniaque.* — Ces réactifs agissent sur les cellules à la manière de la potasse, mais l'ammoniaque ne dissout pas les granulations et ne supprime pas le mouvement brownien.

*Acide azotique.* — L'acide azotique concentré donne à la masse des cellules une coloration jaune-paille, comme cela se produit en général avec les substances azotées. Si, après avoir desséché la préparation, on y ajoute, à chaud, une goutte de soude caustique, aussitôt se manifeste une belle coloration orangé-foncé, comme avec la guanine.

Une parcelle de tissu lumineux traitée à chaud par une goutte d'acide azotique, puis par l'ammoniaque, donne autour de la préparation une zone rose de murexide ou purpurate d'ammoniaque. Des fragments de tissus voisins fournissent également des traces de murexide, mais en moins forte proportion.

L'acide azotique dilué jaunit aussi le protoplasma des cellules granuleuses, dissout les granulations et provoque le dégagement abondant de fines bulles gazeuses qui remplissent la préparation. Au bout de quelques heures, on voit apparaître de fins cristaux fasciculés d'acide urique et de magnifiques cristaux bleus-violacés présentant les caractères de l'indigotine de Mehu. A côté de ceux-ci se montrent d'autres cristaux en pyramides tronquées d'un beau rouge rubis ou grenat que l'on pourrait rapporter peut-être à l'indirubine (indigo rouge ou urrhodine) que l'on ne connait qu'à l'état amorphe. Cette réaction indiquerait la présence de l'indican, qui a d'ailleurs été signalée à l'état normal dans divers tissus.

*Acide sulfurique.* — L'acide sulfurique concentré fait apparaître dans les cellules non granuleuses des granulations foncées extrêmement nombreuses, très fines et donne au noyau une coloration brune. Ce réactif ne dissout pas le protoplasma des cellules granuleuses qui est coagulé. Les granulations emprisonnées dans le coagulum prennent une teinte jaune-brun, mais ne se dissolvent pas. En chauffant la préparation, on voit se former au bout d'un certain temps des cristaux d'acide urique présentant trois modifications du prisme rhomboïde : 1° des lames lozangiques, 2° des cristaux elliptiques, 3° des lames carrées dont les bords sont marqués d'un double contour.

Si l'on fait réagir simultanément l'acide sulfurique et le sucre, on voit se produire une légère teinte rosée notée par M. Heinemann, mais seulement dans les points où se trouvent les cellules granuleuses.

*Acide chlorhydrique.* — L'acide chlorhydrique concentré dissout rapidement les granulations. Des gouttelettes réfringentes d'apparence huileuse apparaissent dans la préparation : elles disparaissent au bout de quelques heures pour faire place à des cristaux en aiguilles prismatiques ayant l'aspect et affectant le même mode de groupement que les cristaux de chlorhydrate de guanine cristallisant en solution acide. Des groupes rayonnants de cristaux semblables se montrent dans les cellules non granuleuses et finissent par dépasser la périphérie, qui est alors sur tous les points hérissée de ces cristaux dont la formation a été observée également par MM. Heinneman, Robin et Laboulbène.

On ne constate pas sous l'influence de ce réactif l'apparition de cristaux d'acide urique, ce qui se produirait si le tissu des organes lumineux contenait des urates en quantité notable.

Si l'on chauffe la lamelle de verre supportant le tissu des organes lumineux en contact avec l'acide chlorhydrique concentré, le protoplasma qui entoure les granulations prend une teinte mauve-violacée tirant un peu sur le bleu et indiquant la présence de matières albuminoïdes.

*Acide acétique.* — Ce réactif éclaircit fortement les cellules non granuleuses et fait voir le noyau très nettement : il dissout le protoplasma des cellules granuleuses et fait apparaître dans les cellules non granuleuses de fins cristaux aiguillés et groupés comme ceux qui se produisent sous l'influence de l'acide chlorhydrique.

*Iode.* — Le protoplasma des cellules granuleuses se colore en jaune par l'iode ; mais, les granulations conservent leur apparence ordinaire. On ne voit apparaître en aucun point de coloration rouge-violette ou bleue, soit par la teinture d'iode seule, soit par ce réactif additionné d'acide sulfurique. Ce tissu ne contient donc pas de matière glycogène.

*Liqueur cupro-potassique.* — Si l'on fait bouillir quelques fragments du tissu photogène avec la liqueur cupro-potassique, il se produit un abondant précipité d'oxydule de cuivre et le liquide qui surnage présente une coloration verte. En opérant la réaction sur la lamelle du porte-objet, le protoplasma des cellules granu-

leuses prend une teinte d'un beau bleu, qui par la chaleur passe au pourpre-violacé.

La masse granuleuse conserve sa biréfringence. Les granulations, qui à la lumière transmise semblent avoir pris une coloration bleuâtre, paraissent jaune clair par transparence.

Les cellules non granuleuses prennent une teinte jaune ambrée et leur noyau plus foncé est couleur de rouille. Le liquide qui entoure les cellules est rosé, rougeâtre.

Le tissu adipeux pris dans d'autres points du corps réduit également la liqueur cupro-potassique.

*Acide osmique.* — La réduction de l'acide osmique est presque nulle au niveau des cellules non granuleuses ; seulement, sous l'influence de cet oxydant, leur contenu devient très finement granuleux et se désagrège rapidement, les granulations ainsi formées sont foncées. Toute la zone occupée par les cellules granuleuses est noire et, observée par transparence en lames minces, elle a une couleur bleu foncé qui peut être produite par la présence de l'indigotine que nous avons vu se former sous l'influence d'un autre oxydant, l'acide azotique. Les granulations radio-cristallines ne sont pas modifiées par l'acide osmique.

Il est à remarquer, ainsi que cela a été signalé par M. Heinemann, que les préparations traitées par l'acide osmique, puis par un acide, donnent lieu à la formation d'une plus grande quantité d'acide urique. La présence de la guanine explique ce phénomène, car on sait que l'acide urique est un état plus avancé d'oxydation de ce corps azoté. La couche non lumineuse seulement donne par les acides non oxydants de l'acide urique, ce qui indiquerait qu'elle est formée par l'oxydation plus avancée du contenu des cellules plus jeunes formant la couche lumineuse.

*Réactifs colorants.* — Les divers réactifs colorants imprègnent fortement le noyau des cellules non granuleuses et moins profondément le protoplasma du corps cellulaire. Les cellules granuleuses sont réfractaires à l'action de ces réactifs et les corpuscules biréfringents conservent leur aspect ordinaire.

Nous n'avons pas employé le procédé de coloration adopté par M. Viallanes, mais par la comparaison des pièces que ce savant a bien voulu nous communiquer, avec les nôtres, il ne nous paraît pas douteux que les granulations biréfringentes, formées en si grande abondance dans les cellules de la périphérie des organes lumineux, soient de même nature que les globules luisants à

mouvements moléculaires dont parle M. Ganin (1), lesquels ne seraient autre chose que les « granules rosés » de M. Viallanes (2).

La formation des corpuscules biréfringents des organes lumineux est certainement due à un processus histolytique identique à celui qui a été si bien observé par M. Viallanes dans le tissu adipeux des larves d'Insectes.

On peut suivre, mieux que partout ailleurs, le phénomène de l'histolyse dans le tissu adipeux spécial des organes lumineux du Pyrophore. Dans les coupes antéro-postérieures de ces organes (Pl. IX, fig. 4), on voit nettement que les cellules de la couche non photogène ne sont autre chose que des cellules de la zone éclairante qui ont subi l'histolyse. On peut dire que c'est le passage des cellules adipeuses éclairantes à l'état d'éléments granuleux par voie d'histolyse qui donne naissance au phénomène lumineux. Mais cela n'indique pas pourquoi cette histolyse est accompagnée d'une émission de lumière.

Nous n'avons pas à discuter ici la question de savoir si ces granules sont des organites destinés à devenir le centre de nouvelles formations cellulaires, comme le pense M. Viallanes, ou bien si ce sont des formations analogues aux grains vitellins, c'est-à-dire des corps inanimés simples produits élaborés par le travail nutritif de la cellule adipeuse, nous dirons seulement que c'est plutôt à cette dernière opinion que nous nous rallions, en ce qui concerne la formation de nos granulations biréfringentes. En effet, quand on examine avec un fort grossissement les granulations les plus volumineuses, immobilisées dans le protoplasma cellulaire (surtout chez les Lampyres), on peut les prendre pour de très petites cellules formées d'un gros noyau opaque entouré d'une mince couche de protoplasma transparent. Mais, observés attentivement avec un objectif à immersion de Zeiss (1/15), ces corpuscules prennent l'aspect que nous avons figuré (Pl. IX. fig. 7, *gr.*). Le point central opaque qui simule un noyau n'est autre chose que le point d'entrecroisement des cristaux prismatiques qui en partent en divergeant vers le périphérie : la zone claire est due à l'écartement de leurs pointes qui semblent reliées par un substratum amorphe plus soluble dans la potasse que les cristaux. Ces corpuscules radio-cristallins rappellent, sous une forme très

(1) Ganin, *Matériaux pour servir à l'histoire du développement postembryonnaire des Insectes* (en russe). Varsovie, p. 31 et suiv., 1875.

(2) Viallanes, *Recherches sur l'histolyse des Insectes*. Ann. sc. nat., Zool., (6). XIV, p. 159 et suiv., 1882.



réduite, les cellules éclairantes traitées par l'acide chlorhydrique, avant que les pointes cristallines aient dépassé la periphérie.

Dailleurs, ces granulations donnent les mêmes réactions que le contenu des cellules lumineuses qui renferment manifestement de la guanine. Sous le miscroscope, à la lumière polarisée ou par l'éclairage direct, les granulations biréfringentes communiquent à la zone périphérique un éclat tout particulier (V. p. 97) que possèdent également les petits amas de granulations de guanine pure obtenus en délayant sur le porte-objet un peu de cette substance avec de l'eau (1).

Pendant le phénomène de l'histolyse lumineuse, la cellule adipeuse photogène se dédouble en granulations cristallines de guanine et en une matière albuminoïde dont la présence est accusée dans la zone périphérique par différents réactifs (acide sulfurique et sucre, acide chlorydrique, liqueur cupropotassique). On peut admettre que cette matière albuminoïde (protoplasma des cellules granuleuses) est entraînée par le sang dans le but de fournir les éléments azotés nécessaires à l'Insecte pour le développement et le fonctionnement des organes génitaux et des œufs en particulier, qu'il ne saurait trouver dans son alimentation hydrocarbonée. Quant aux granules de guanine, ils peuvent se transformer en acide urique par oxydation dans la couche non lumineuse contiguë aux trachées, et celui-ci serait détruit presque complètement au

(1) *Remarque.* — On trouve dans beaucoup de points du corps des Insectes des corpuscules de même taille et de même forme ; mais, qui, en général, n'ont pas le même éclat à l'éclairage direct et ne présentent pas le scintillement, quand les nicols sont croisés. Ces mêmes corpuscules ont une grande analogie de forme avec ceux que M. F. Plateau a trouvés dans la poche stercorale de l'Argyronète et qui seraient formés, non par des urates, mais bien par de la guanine, dont la présence avait été signalée dans les excréments des Arachnides par Gorup-Besanez et F. Will *(a)*. La présence de la guanine a été également signalée dans le corps adipeux des Insectes par Ludwig *(b)*.

On doit rapprocher également ces corpuscules de ceux que l'on trouve dans le liquide blanc laiteux que le Lampyre mâle rejette après sa dernière métamorphose et dans le méconium des Papillons. On les trouve aussi dans le protoplasma lumineux des œufs du Pyrophore et du Lampyre, même avant la segmentation. Mais, nulle part la biréfringence, et par conséquent l'état cristallin, n'est aussi nettement accusé que dans les organes lumineux des Insectes.

*(a)* F. Plateau. *Recherches sur la structure de l'appareil digestif et sur les phénomènes de la digestion chez les Aranéides dipneumones.* Bruxelles, 1877, p. 133 et suiv. et Pl. III, fig. 86.

*(b)* Ludwig-Arch. für Mikr. Anat. V. Max Schultze, XII, p. 538, 1876.

Id., Vergl. Archiv. für Anat. und Physiol., p. 192, 1868.

fur et à mesure de sa production. Cependant l'existence dans le sang des larves de Lampyres de corpuscules très analogues, mais non biréfringents, nous autorise à penser qu'ils peuvent encore être utilisés pour la nutrition, car, d'une part ces Insectes ne rejettent pas d'excrément et d'autre part la guanine peut encore subir des décompositions successives :

Guanine $C^5H^5Az^5O$
Hypoxanthine $C^5H^4Az^4O$
Xanthine $C^5H^4Az^4O^2$
Acide urique $C^5H^4Az^4O^3$ (1).

Dans tous les cas ces transformations ne s'opèrent pas dans la zone photogène et le seul phénomène véritablement dominant dans celle-ci, c'est la formation des corpuscules radio-cristallins biréfringents. La simultanéité de leur production et de celle de la lumière, leur nombre prodigieux dans les organes lumineux seulement, leurs propriétés optiques particulières, permettraient d'édifier en raisonnant par analogie, comme l'a fait Radzisewski, une brillante théorie de la production de la lumière animale par la cristallisation. Appuyée d'une part sur les expériences de Guibourt et de Henry Rose relatives à la lumière émise pendant la cristallisation (2) et d'autre part sur un grand nombre de faits signalés dans ce mémoire à propos de l'influence du froid, de la chaleur, des courants électriques, des poisons, etc., etc. Cette séduisante théorie pourrait être victorieusement opposée à celle de la combustion photogène.

Les déductions que l'on peut tirer de la connaissance des propriétés physiques de la lumière des Pyrophores sollicitent encore bien plus fortement l'esprit dans cette direction. Mais nous voulons dans ce travail laisser de côté toute interprétation théorique et rester exclusivement dans le domaine des faits d'observation et d'expérimentation. Nous dirons seulement que la notion générale qui se dégage des faits que nous venons d'exposer est que la substance photogène vivante en passant de l'état colloïdal à l'état cristalloïdal, c'est-à-dire de la vie à la mort, laisse échapper sous forme de lumière tout ou partie de la force qui l'animait.

(1) Gorup-Besanez. *Traité de chimie physiologique*, 1. p. 354, Paris, 1880.

(2) Henrich Rose. *Sur l'émission de la lumière par l'acide arsénieux lorsqu'il cristallise en solution acide*. Ann. de chimie., (2), LXI, p. 288.

Id., *Lumière développée pendant la cristallisation du sulfate de soude et de potasse*. Ann. de chim., (3), LV, p. 125.



### § III. — *Réduction de la fonction photogénique à un phénomène chimique.*

L'analyse physiologique nous a donné l'explication du mécanisme au moyen duquel s'exerce la fonction photogénique; mais, jusqu'ici, l'analyse chimique ne nous a fourni aucun renseignement précis sur le phénomène intime d'où naît directement la lumière.

C'est qu'en effet la méthode suivie dans les recherches consignées dans les deux paragraphes précédents ne peut nous renseigner que sur des faits accomplis d'ordre statique et non dynamique.

Nous allons maintenant examiner quelles sont les causes qui peuvent faire disparaître ou reparaître la lumière, activer ou modérer l'intensité de sa production, abstraction faite de l'état d'organisation et du mécanisme fonctionnel de l'organe.

1° Si l'on écrase, si l'on broye les cellules de l'organe lumineux entre deux lames de verre jusqu'à ce que toute trace de structure ait disparu, la lumière n'en persiste pas moins pendant un temps assez long (une demi-heure environ, quelquefois plus) avec l'aspect d'une lueur homogène bleuâtre occupant toute la préparation. Quand la lumière est complètement éteinte, elle ne reparaît pas, si l'on expose à l'air la substance encore humide collée aux lames de verre.

2° La substance des organes lumineux desséchés rapidement dans le vide sulfurique et broyée dans un mortier avec un peu d'eau redevient lumineuse.

3° Si l'on triture fortement avec de l'eau distillée récemment bouillie les organes frais et que l'on jette le magma obtenu sur un filtre, le liquide filtré présente dans toute sa masse, pendant quelques minutes, une phosphorescence manifeste et uniforme. Le liquide filtré est légèrement troublé ou plutôt opalescent, mais il ne renferme aucune trace d'éléments anatomiques; on y rencontre seulement des granulations biréfringentes qui se déposent lentement au fond du récipient.

Ces trois faits suffisent sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à ceux que nous avons signalés antérieurement (V. *Influence de la congélation, de l'électricité, des poisons, etc.)* pour établir que le phé-

nomène lumineux n'est pas placé, en dernier ressort, sous l'influence du fonctionnement cellulaire.

Après ce que nous a montré l'analyse physiologique, il ne restait plus que cette hypothèse d'ordre vital ou biologique à opposer à une théorie purement physico-chimique de la production de la lumière chez le Pyrophore. Mais, si la production de la lumière animale doit être rangée, comme toutes les autres manifestations biologiques d'ailleurs, au nombre des phénomènes physico-chimiques ou plutôt mécaniques, il importe de rechercher quelle est la nature particulière de ce phénomène.

Nous ne nous arrêterons pas à reprendre une à une toutes les explications plus ou moins hypothétiques qui ont été proposées et à les discuter à nouveau.

Nous avons examiné attentivement les principales théories ayant cours aujourd'hui, dans les divers chapitres de cet exposé déjà fort long et nous croyons avoir démontré que toutes, sans exception, se trouvent en désaccord avec un nombre plus ou moins grand de faits constatés soit par l'observation, soit par l'expérimentation.

Ayons donc de nouveau recours à l'expérimentation, sans nous préoccuper davantage des hypothèses émises par nos prédécesseurs.

La matière lumineuse dépourvue de structure peut être privée de son pouvoir photogène par divers procédés :

1° La trituration, soit à l'abri, soit en présence de l'air active son extinction, mais exagère momentanément son éclat. L'addition d'un peu d'eau pendant la trituration agit dans le même sens. Donc : exagération de l'intensité de l'énergie lumineuse et diminution proportionnelle de sa durée. Ces deux facteurs inverses se rencontrent toujours lorsqu'on veut favoriser une combinaison chimique par un moyen mécanique ou par l'intervention d'un dissolvant. En est-il de même de la chaleur qui facilite également les combinaisons ? Oui, jusqu'à un certain point pourtant qu'il ne faut pas dépasser et qui est voisin de + 60° (V. p. 145 et suiv.). Si l'on tue un Pyrophore par l'eau bouillante et que l'on dessèche rapidement ses organes lumineux, on ne peut plus ranimer la lumière, comme cela se produit quand le tissu lumineux n'a pas subi l'influence d'une chaleur élevée. Au contraire, les grands froids, la congélation à de très basses températures ne détruisent pas définitivement le pouvoir photogénique.

La matière photogénique paraît détruite dans le premier cas et paralysée seulement dans le second.

Or, on sait qu'une substance albuminoïde soluble organique, mais non organisée, qu'une diastase par exemple, perd ses propriétés par l'action de la chaleur en se coagulant, tandis que le froid ne l'altère pas, mais retarde seulement ou suspend provisoirement son action.

On est donc porté à admettre que la substance photogène est un albuminoïde, soluble dans l'eau et coagulable par la chaleur, d'autant mieux que les agents coagulants autres que la chaleur, les acides forts, l'alcool concentré, etc., produisent le même effet que la chaleur.

Si l'on admet que le principe photogène est un albuminoïde coagulable, on ne peut faire que deux hypothèses : ou bien l'état d'instabilité de cet albuminoïde est tel que sa décomposition s'opère spontanément, comme cela a lieu pour les colloïdes en général et alors la lumière est produite par cette altération spontanée et par les mouvements moléculaires qu'elle détermine ; ou bien, cette matière albuminoïde entre en conflit avec une autre substance et une partie de l'énergie mise en liberté par cette réaction se dégage sous forme de lumière.

L'expérience démontre que c'est cette dernière interprétation qu'il convient d'adopter.

Expérience. — 1° On détache rapidement avec de fins ciseaux les organes ventraux de Pyrophores bien lumineux.

2° On les fait sécher rapidement dans le vide sulfurique et on constate, même au bout d'un temps fort long, que cette substance, broyée ou non, redevient lumineuse quand on ajoute un peu d'eau.

3° On plonge des Pyrophores également bien lumineux dans l'eau bouillante, on détache les organes et on les fait sécher comme ci-dessus. L'addition de l'eau est impuissante à ranimer la lumière et les corps oxydants acides ou alcalins ne la font pas pas reparaître.

4° On broye entre deux lames de verre des plaques ventrales fraîches ou des appareils desséchés sans avoir été chauffés, mais après addition d'un peu d'eau, jusqu'à ce que toute trace de lumière ait disparu, même au contact de l'air.

5° Cette substance éteinte et dans laquelle la lumière ne peut être excitée de nouveau, mise en présence des plaques ventrales qui ont subi l'action de la chaleur et qui paraissent éteintes aussi

pour toujours, ranime aussitôt la lumière. Ces substances présentent toutes deux une réaction acide (1).

6° Vient-on à chauffer cette substance éteinte par trituration et épuisement, elle perd pour toujours le pouvoir de revivifier de la lumière.

On sait que les diastases agissent d'une manière presque indéfinie sur les substances dont elles provoquent le dédoublement, tel est le cas de l'émulsine, de la myrosine, des ferments inversifs, etc. C'est en nous fondant sur cette propriété si spéciale aux diastases que nous avons imaginé de mettre en évidence la présence d'un de ces corps dans le tissu photogène, ne pouvant l'extraire, faute de matériaux suffisants.

En triturant un tissu contenant à la fois la diastase et le produit qu'elle doit modifier, celui-ci est épuisé bien avant la diastase, qui pourra continuer à agir sur le même tissu privé de ce ferment par la coagulation (2).

L'analogie est frappante entre le phénomène, physico-chimique qui provoque l'apparition de la lumière dans la cellule lumineuse

(1) *Remarque.* — Nous avons démontré autre part, p. 155, que le milieu au sein duquel se produisait le phénomène lumineux était acide, aussi le fait suivant ne saurait-il être invoqué en faveur de l'hypothèse de M. Radzizewski.

On triture les organes lumineux dans un mortier de verre et l'on attend que la lumière produite soit devenue très faible. A ce moment, si l'on approche une baguette imprégnée d'ammoniaque liquide, aussitôt la luminosité prend un très vif éclat. On peut répéter plusieurs fois de suite l'expérience, mais cette faculté s'épuise assez rapidement.

Si au lieu d'approcher une baguette de verre imprégnée d'ammoniaque du mortier ou du pilon enduit de substance lumineuse, on verse sur celle-ci un peu de ce liquide, la lumière change de teinte dans tous les points touchés : elle prend une couleur rouge feu un peu jaunâtre qui se distingue nettement de l'éclat bleuâtre pâle desparties voisines. Mais sa durée est aussi courte que son intensité est relativement forte.

Si l'on éteint la substance lumineuse par l'acide acétique, l'addition d'ammoniaque ne la ranime pas.

Nous savons que dans ces conditions la substance fluorescente contenue dans le sang retrouve son éclat (V. p. 217), mais cette matière fluorescente ne peut être utilisée qu'autant que la diastase photogène n'est pas détruite. Si elle est coagulée par l'acide acétique, le rôle de la matière fluorescente, alors même qu'elle est regénérée par l'ammoniaque, devient nulle. Au contraire, si la substance photogène est en activité, l'ammoniaque excite la fluorescence qui tend à être supprimée par l'acidité du milieu et agit de la même manière que le sang, qui est légèrement alcalin, lorsqu'il apporte dans l'organe lumineux la matière fluorescente.

(2) Les diastases sont des hydratants tandis que la coagulation est un phénomène de deshydration, aussi dans ce cas voit-on ces deux influences produire ici un effet inverse.



et ce qui se passe au sein de l'élément hépatique, dans la fonction glycogénique.

Ces phénomènes sont absolument de même ordre, bien que différents par les substances mises en présence et le résultat final de la réaction.

Nous sommes bien loin déjà des explications basées sur la contraction musculaire, l'influx nerveux, l'électricité, la phosphorescence proprement dite, la combustion photogène, etc., etc.

Il s'agit bien ici d'une double réaction d'ordre chimique s'opérant, au sein même de la cellule, entre les produits de sa destruction physiologique.

Le rôle du sang lui-même, auquel M. Heinemann attribue hypothétiquement la plus grande importance, n'est que secondaire. Il est facile de prouver que ce liquide n'intervient pas directement dans la réaction d'où naît la lumière, car on ne peut ranimer l'éclat de la substance qui a cessé de briller, en y ajoutant du sang pris dans l'organe même.

Il est à noter toutefois que cette réaction chimique nécessite l'intervention d'un ferment soluble et coagulable, c'est-à-dire d'une de ces substances singulières qui ont bravé jusqu'à présent non seulement la synthèse, mais même l'analyse, dont l'origine est dans la substance organisée et dont l'intervention semble nécessaire à l'activité de tous les êtres vivants, sans en excepter les ferments figurés eux-mêmes.

Est-ce à dire que le déterminisme du phénomène qui engendre la lumière ne puisse être poussé plus loin encore, alors même que les éléments de la réaction chimique auraient pu être isolés et définis?

En aucune façon : car, un autre problème se pose immédiatement et l'on est en droit de se demander si la lumière est produite par l'énergie de la réaction elle-même ou bien si cette réaction, qui est accompagnée au sein des tissus de l'apparition de myriades de corpuscules cristallins, n'engendre pas la lumière secondairement, par le fait même de la cristallisation qu'elle semble provoquer.

Quoiqu'il en soit, nous sommes parvenus à réduire la fonction photogénique chez les Élatérides lumineux à un phénomène physico-chimique et à déterminer sa nature ainsi que la catégorie à laquelle il appartient.

Le problème entre maintenant dans une phase nouvelle et sort du domaine de la physiologie proprement dite.

L'œuvre du physiologiste est terminée, disait Claude Bernard, quand un phénomène biologique est réduit à l'état de phénomène physico-chimique.

---

## CONCLUSIONS.

« Quand on veut donner à la propriété physiologique d'un organe ou d'un tissu sa véritable signification, il faut toujours le rapporter à l'organisme et ne tirer de conclusions sur elle que relativement à ses effets dans l'ensemble organisé ». Ce précepte établi par Claude Bernard et déjà reproduit dans notre introduction (p. 8) résume à lui seul la méthode que nous nous sommes efforcé de suivre : en l'énonçant de nouveau, nous nous croyons dispensé d'indiquer les raisons pour lesquelles nous avons rejeté à la fin de ce travail les principales déductions que l'on peut tirer de nos recherches.

I. — Toute généralisation en matière de lumière biologique est prématurée : d'où la nécessité de rassembler dans des monographies spéciales le plus grand nombre possible de faits fondés sur l'observation et sur l'expérimentation directes.

II. — Les Élatérides lumineux sont, de tous les êtres vivants à la surface de la terre et des eaux, de beaucoup les plus brillants : ce sont eux aussi qui se prêtent le mieux à l'analyse physiologique.

III. — Les Pyrophores sont tous Américains et Océaniens. Les localités qu'ils habitent sont comprises entre le trentième degré de latitude sud et le trentième degré de latitude nord et entre le quarantième degré de longitude et le cent quatre-vingtième.

IV. — L'émission de la lumière est intimement liée à l'accomplissement d'une fonction physiologique importante ; mais, dans quelques cas, rares il est vrai, la luminosité peut faire défaut. La position, la forme, la puissance des foyers lumineux, présentent d'une espèce à l'autre de légères variations : un très petit nombre d'espèces est dépourvu d'appareils lumineux. L'un des types les plus brillants de la sous-tribu de Pyrophorites, qui comprend tous les Élatérides lumineux, est le *Pyrophorus noctilucus,* que nous avons utilisé dans nos recherches expérimentales.

V. — Il était nécessaire, avant d'entreprendre une étude expérimentale, de faire avec soin l'anatomie descriptive du Pyrophore.

Cette étude a permis de rectifier en outre certaines notions erronées touchant la situation des stigmates, la distribution des trachées, les rapports du système nerveux avec les appareils lumineux, etc.

VI. — L'étude anatomique et histologique des organes lumineux montre qu'ils sont composés d'un tissu adipeux spécial et d'organes accessoires. L'histochimie indique l'abondance dans ce tissu d'une substance qui présente les caractères de la guanine.

VII. — Au sein de ce tissu adipeux photogène s'effectuent des phénomènes d'histolyse intense, provoqués ou activés par la pénétration du sang dans l'organe lumineux.

VIII. — Ce processus histolytique est accompagné de la formation, au sein même de la cellule photogène, d'une innombrable quantité de petits conglomérats cristallins doués de propriétés optiques particulières et spécialement d'une biréfringence très accentuée.

IX. — L'intervention du sang n'est pas indispensable à l'accomplissement du phénomène lumineux, car l'œuf est luisant, même avant la segmentation. La cellule adipeuse photogène isolée jouit de la même propriété, ce qui établit un nouveau rapprochement entre la substance du corps adipeux et celle du vitellus.

X. — Les larves, inconnues avant nos recherches, présentent les caractères généraux des autres larves d'Élatérides.

XI. — Au moment de l'éclosion, elles emportent avec elles le foyer de lumière qu'elles ont reçu de leurs ascendants.

XII. — L'organe lumineux est unique dans la larve du premier âge. L'embrasement s'étend dans le second âge à tous les anneaux et est localisé dans les points où l'histolyse est le plus active.

XIII. — Chez l'Insecte parfait, les foyers lumineux sont au nombre de trois seulement. Ils sont placés de façon à favoriser la marche, la natation et le vol dans l'obscurité.

XIV. — Les muscles des appareils lumineux règlent l'apport du sang dans les organes photogènes et agissent ainsi indirectement sur la production de la lumière.

XV. — C'est par l'intermédiaire des muscles que les nerfs interviennent dans l'accomplissement de la fonction photogénique. Le réflexe photo-sensitif a son siège dans les ganglions cérébroïdes. L'excitation descendante ou centrifuge des ganglions d'où émanent les nerfs des appareils lumineux, provoquent, de même que leur excitation directe, l'apparition de la lumière. Il n'en est pas de même si l'excitation est centripète ou ascendante. Le cer-

veau commande aux appareils lumineux par le moyen des nerfs qui animent les muscles striés spéciaux.

XVI. — La respiration n'exerce qu'une influence indirecte sur la fonction photogénique, en maintenant l'intégrité des conditions de vitalité des tissus et d'activité du sang.

XVII. — La nature de l'alimentation est sans influence sur la production de la lumière animale.

XVIII. — La cellule (œuf non segmenté, cellule adipeuse) sous l'influence de la nutrition prépare les principes photogènes; mais, la lumière n'est pas le résultat direct de l'activité propre de l'élément anatomique organisé et vivant.

XIX. — Lorsque la structure de l'élément anatomique et sa vitalité ont été détruites, le phénomène lumineux peut se produire encore par une action physico-chimique, de même ordre que celle qui transforme le glycogène en sucre, dans l'élément hépatique, par exemple.

XX. — Les foyers lumineux du Pyrophore offrent une supériorité considérable sur tous ceux qui nous sont connus. La dépense organique est presque insignifiante par rapport à l'effet produit.

XXI. — L'étude physique de cette lumière montre, d'autre part, que la perte d'énergie est très faible contrairement à ce qui se produit dans nos foyers de lumière artificielle où elle atteint souvent 98 0/0.

XXII. — Cette admirable supériorité économique tient à diverses causes :

XXIII. — 1° Il y a bien des rayons chimiques dans cette lumière, puisque nous avons pu les mettre en évidence par la photographie ; mais, ils existent en très petite proportion. Ce résultat doit être attribué à l'existence d'une substance fluorescente que nous avons découverte dans le sang des Pyrophores et qui donne, en pénétrant dans l'organe, l'éclat si spécial et si brillant qui caractérise la lumière qui en émane. On est en droit de penser que la majeure partie des rayons chimiques est tranformée en rayons très éclairants, fluorescents, de longueur d'onde moyenne.

XXIV. — L'analyse optique montre en effet que cette lumière est en grande partie composée de rayons de longueurs d'onde moyennes correspondant précisément à ceux que l'on rencontre dans les points du spectre où l'expérience a fixé le maximum d'intensité visuelle et le maximum d'intensité éclairante.

XXV. — Il n'y a pas de perte par rayonnement calorique ; les quantités de chaleur rayonnées par les organes lumineux, au

moment où ils atteignent leur éclat maximum, sont infinitésimales.

XXVI. — On ne trouve pas, par l'application des instruments les plus sensibles, d'indices permettant de supposer qu'une partie de l'énergie dépensée dans ces organes est transformée en électricité.

XXVII. — Cette lumière merveilleuse, idéale pourrait-on dire, est physiologique pour deux raisons : d'abord parce qu'elle est d'origine vitale et que ses rayons sont pour ainsi dire ceux de la vie elle-même ; en second lieu parce qu'aucune autre source n'est aussi bien adaptée aux besoins des organes de la vision dans la série animale.

Tant de précieux avantages nous expliquent pourquoi les Pyrophores préfèrent à tout autre cette lumière sans combustion, qui naît, vit et meurt avec eux, brille ou disparaît au gré de la volonté, éclaire sans fatigue et sans dangers les maîtres de cet étrange flambeau qui ne s'éteint ni par le vent ni par la pluie.

En présence de la perfection des moyens mis en œuvre par la Nature, on est péniblement impressionné par l'insuffisance de nos procédés artificiels, et le désir de connaître les lois naturelles est d'autant plus légitime qu'on cherche à les découvrir, non dans le vain espoir de les dominer, mais seulement pour apprendre à leur obéir !

---

## EXPLICATION DES PLANCHES

### PLANCHE I.

*Larve de Pyrophorus noctilucus au sortir de l'œuf.*

*l*, Labre ou lèvre supérieure. — *pl*, Palpe labial. — *pme*, Palpe maxillaire externe. — *pmi*, Palpe maxillaire interne. — *n*, Mandibule. — *a*, Antenne. — *ep*, Epistome. — *y*, Œil. — *1*... *12* Anneaux. — *m*, *m'*, *m''*, mamelons. — *pt*, Pointe latérale chitineuse. — *p't'*, Pointe postérieure.

### PLANCHE II.

*Larve du Pyrophorus noctilucus au sortir de l'œuf, appareil lumineux.*

*md*, Mandibule. — *a*, *ep*, *y*, comme dans la planche I. — *lc*, Ligne claire. — *apl*, Appareil lumineux. — *ip*, Insertion de la première paire de pattes. — *st*, Niveau du premier stigmate. — *tr*, Trachées.

### PLANCHE III.

*Système tégumentaire.*

*l*, Lèvre supérieure ou labre. — *md*, Mandibule. — *ma*, Mâchoire. — *li*, Lèvre inférieure. — *pm*, Palpe maxillaire. — *pl*, Palpe labial. — *y*, œil. — *pth*, Prothorax. — *p*, Pointe sternale médiane prothoracique. — *c*, Concavité du bord postérieur de la partie basilaire des grandes pointes latérales prothoraciques. — *y*, Goutière sternale mésothoracique. — *mst*, Mésothorax. — *mth*, Métathorax. — *1 ab*, Premier zonite abdominal. — *pv*, Plaque ventrale. — *2*...*6* Anneaux abdominaux. — *e*, Élytres. — *a*, Ailes.

### PLANCHE IV.

*Appareil digestif.*

*c*, Extrémité antérieure du canal alimentaire. — *œ*, Œsophage. — *j*, Jabot rudimentaire. — *e*, Renflement antérieur de l'intestin moyen. — *tm*, *t'm'*, Tubes de Malpighi. — *e'*, Sillons circulaires de l'intestin moyen. — *e''*, Partie cylindrique de l'intestin moyen. — *it*, Canaux déférents des tubes de Malpighi. — *in*, Intestin terminal. — *r*, Rectum ou intestin terminal large. — *py*, Pygidium.

### PLANCHE V.

*Appareil circulatoire et appareil respiratoire.*

*c*, Masses cérébroïdes. *a*, Antennes. — *y*. Œil. — *ao*, Région aortique. — *ap*, *l*, Appareil lumineux prothoracique. — *cu*, Cupule. — *sm*, Tronc trachéen s'abouchant au stigmate mésothoracique. — *sa*, Tronc trachéen partant du stigmate

premier abdominal (l'indice *sa* de la figure correspond à la lettre *s* du texte, p. 71 et 74). — *s'...s*$^{v'}$, Petits stigmates abdominaux. — *A*. Ampoule ellipsoïdale du cœur. — *tr*, Canal trachéen collecteur. — $tr_1$, Branches sinueuses collatérales. — $tr_2$, Trachées récurrentes genito-intestinales — *a...a*$^v$, Anneaux abdominaux. — *tr*, Canal trachéen collecteur. — $tr_1$, Branches collatérales sinueuses. — $tr_2$, Trachées récurrentes génito-intestinales.

## PLANCHE VI.

Fig. 1. — *pth*, Prothorax. — *i*, Insertion des pattes de la première paire. — *s*, Stigmate prothoracique.

Fig. 2. — *pth*, Prothorax. — *s*, Stigmate prothoracique. — *ps*, Pointe sternale.

Fig. 3. — *pth*, Prothorax. — *n*, Filet nerveux musculaire. — *gpth*, Ganglion prothoracique.

Fig. 4. — *s*, Ouverture du stigmate mésothoracique. — *sa*, Stigmate premier abdominal.

Fig. 5. — $ga_2$, Ganglion mésothoracique. — $sa_1$, Premier stigmate abdominal. — $sa_2$, Deuxième stigmate abdominal. — $sa_3$, Troisième stigmate abdominal. — *pv*, Contour de la plaque ventrale.

## PLANCHE VII.

### *Système nerveux.*

*c*, Masses cérébroïdes. — *g. s. œ.*, Ganglion sous-œsophagien. — *n*, Nerf musculaire profond. — *g.pth*, Ganglion prothoracique. — *ap. l*, Appareil lumineux. — *gmsth*, Ganglion mésothoracique. — *gmtth*, Ganglion métathoracique. — $ga_1$, Premier ganglion abdominal. — $ga_2$. .$ga_7$, Ganglions abdominaux. — *nr*, Nerf récurrent. — *ng*, Nerfs génitaux.

## PLANCHE VIII.

### *Organes génitaux.*

Fig. 1. *Organes mâles.* — *n*, Chaîne ganglionnaire. — *œ*, Œsophage. — *e*, Estomac. — *sn*, Système nerveux. — *oa*, Organes annexes supérieurs. — $o_1$ $a_1$ Organes annexes inférieurs. — *os*, Organe Spermatogène. — *s*, Rectum. — *py*, Pygidium.

Fig. 2. *Organes femelles.* — *go*, Gaînes ovariennes. — *ca*, Calyces. — *gs*, Glandes sébacées (de Dufour). — *t*, Tube contourné. — *pc*, Organe ovoïde surmontant l'oviducte. — *ov*, Oviducte. — *rs*, Réservoirs séminaux. — *py*, Pygidium.

Fig. 3. — Pygidium du mâle.

Fig. 4. — Pygidium de la femelle.

## PLANCHE IX.

### *Appareil lumineux. — Histologie.*

Fig. 1. — *Coupe transversale d'un des anneaux abdominaux de la larve du second âge.*

*m*, Masses musculaires. — *c*. Cuticule. — *apl*, Appareil lumineux. — *td*, Tube digestif. — *a*, Tissu adipeux.

Fig. 2. — *Coupe parallèle à la surface de l'appareil ventral.*

*m*. Muscles latéraux intrinsèques. — *c*, cuticule. — *am*, Amas mûriformes. — *ch*, Couche hypodermique.

Fig. 3. — *Coupe transversale perpendiculaire à la surface de l'organe et pratiquée en arrière du sinus transverse.*

*m*, Masses musculaires. — *tr*, Couche trachéenne. — *ct*, Couche interne non lumineuse. — *ce*, Couche externe. — *c*, Cuticule. — *ch*, Couche hypodermique.

Fig. 4. — *Coupe antéro-postérieure pratiquée au dehors du sinus transverse.*

*tr*, *m*. *ci*, *ce*, *ch*, *c*, comme dans la figure 3.

Fig. 5. — *Image amplifiée d'un fragment de la fig. 4.*

*rx*, *ci*, *ce*, *ch*, *c*. Comme dans la fig. 4. — *cp*, Organes pileux.

Fig. 6. — *Image amplifiée du fragment de la fig. 2.*

*ci*, *am*, *ch*, *c*, comme dans la figure 2. — *cp*, comme dans la figure 5.

Fig. 7. — *Corpuscules biréfringents (granulations amorphes des auteurs).*

Fig. 8. — *Cellules de la couche interne et corpuscules biréfringents.*

*gr*, Corpuscules biréfringents.

Vu et approuvé, Paris, le 1er août 1885.

*Le Doyen de la Faculté des sciences,*

J. JAMIN.

Vu et permis d'imprimer, Paris, le 2 août 1885.

*Le Vice-Recteur,*

GRÉARD.

# DEUXIÈME THÈSE

---

## PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

BOTANIQUE. — Amidon, sa formation, sa constitution, son rôle dans la plante.

Famille des Composées.

GÉOLOGIE. — Étude comparative de l'étage cénomanien dans Perche, dans le nord de la France et dans l'Aquitaine.

Vu et permis d'imprimer,

Paris, le 1er août 1885.

*Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,*

GRÉARD.

Vu et approuvé,

Paris, le 2 août 1885.

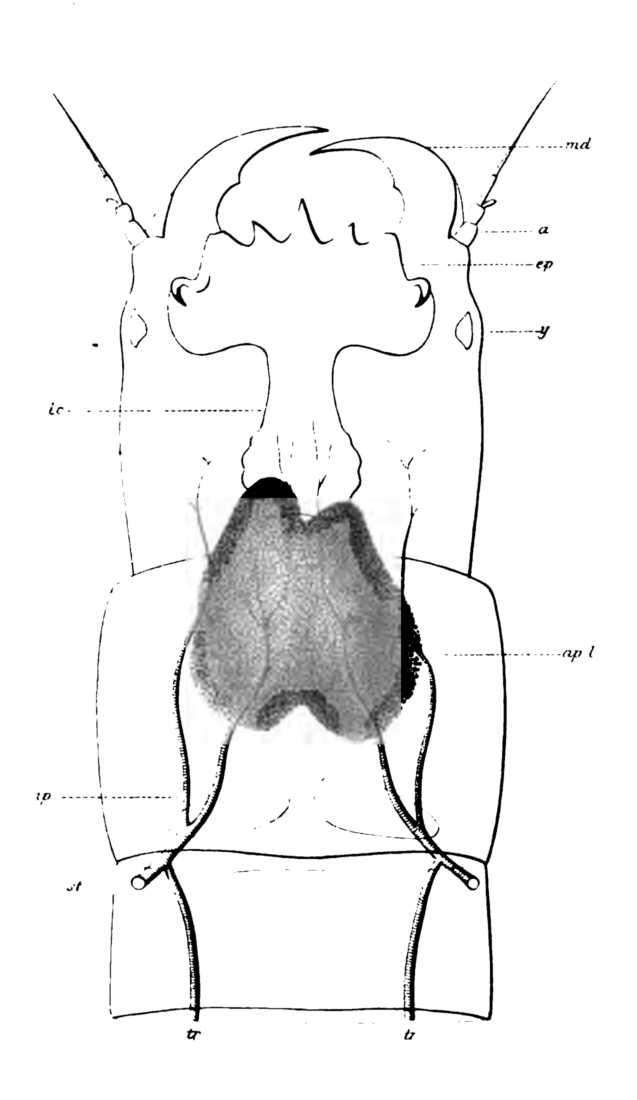
*Le Doyen de la Faculté des sciences,*

J. JAMIN.

Meulan, imp. de A. MASSON.



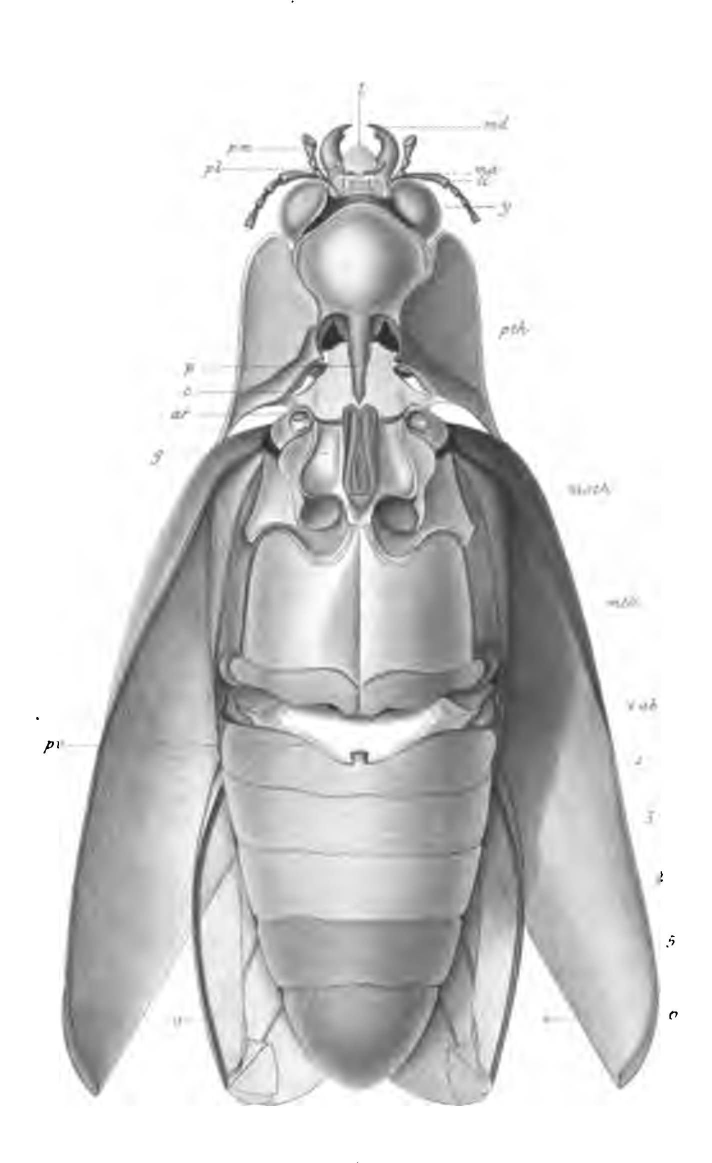

Larve de Lampyris noctiluca au sortir de l'œuf

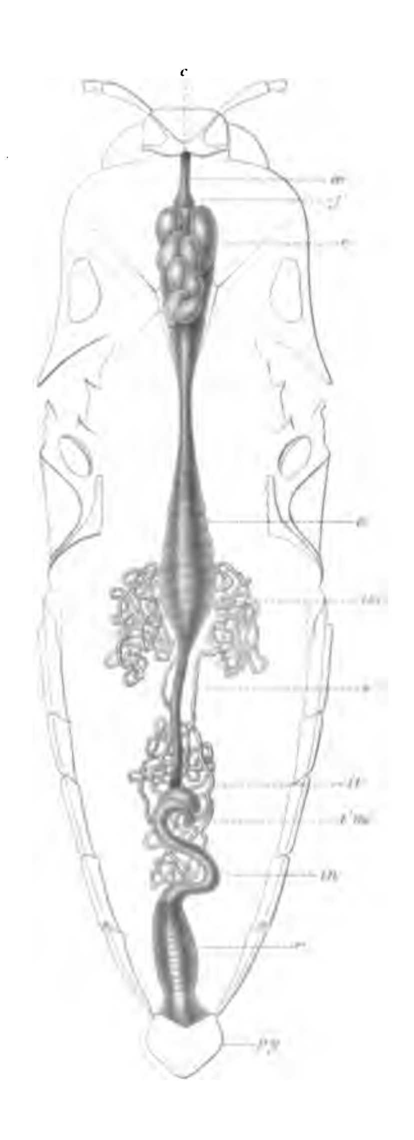



Lebrun sc.

Larve de Pyrophorus noctilucus au sortir de l'œuf

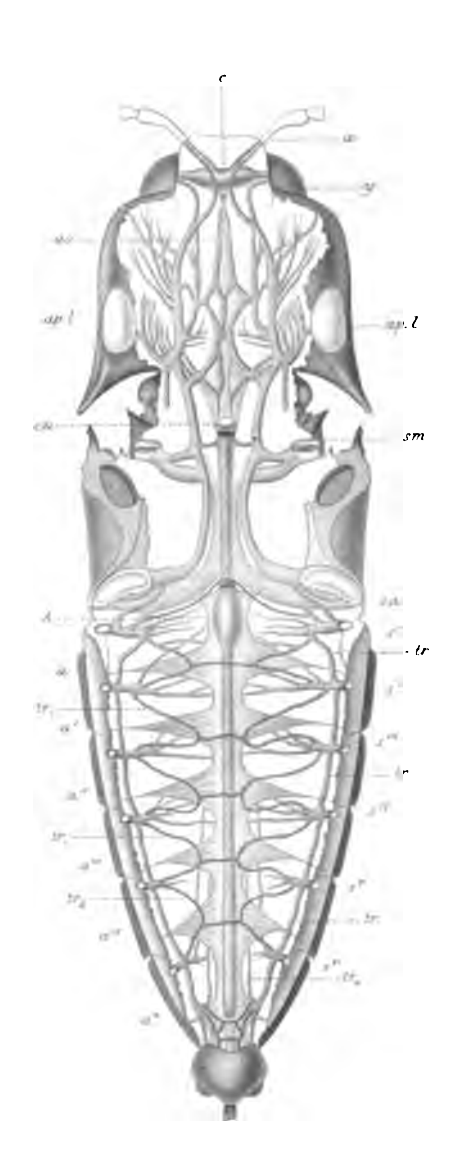
Appareil lumineux apl


md
pm
pl
g
pth
p
c
ar
g
msth
mth
v ab
pv
3
5
6




Lebrun sc.

Appareil digestif




Appareil circulatoire et appareil respiratoire

Fig. 1

pth
pth
s
s

Fig. 3

pth
pth
prth

Fig. 2

pth
pth
s
s

Fig. 4

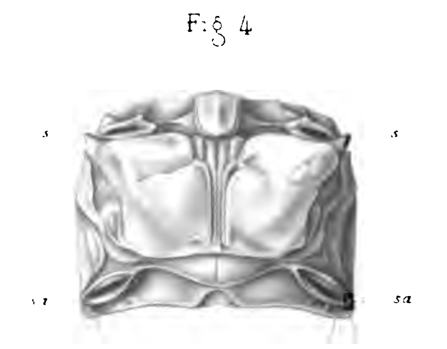
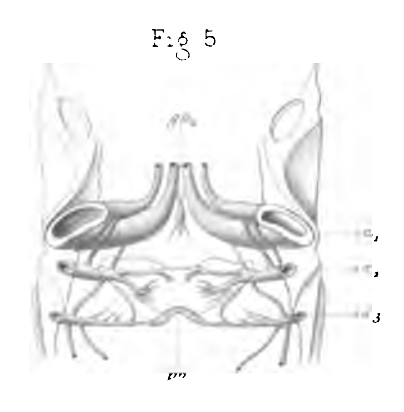
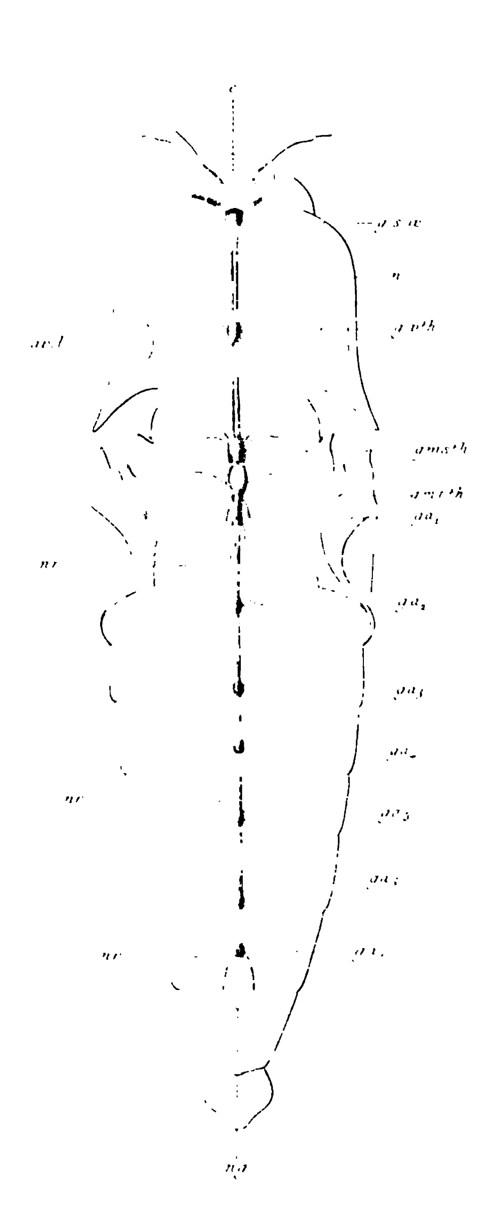


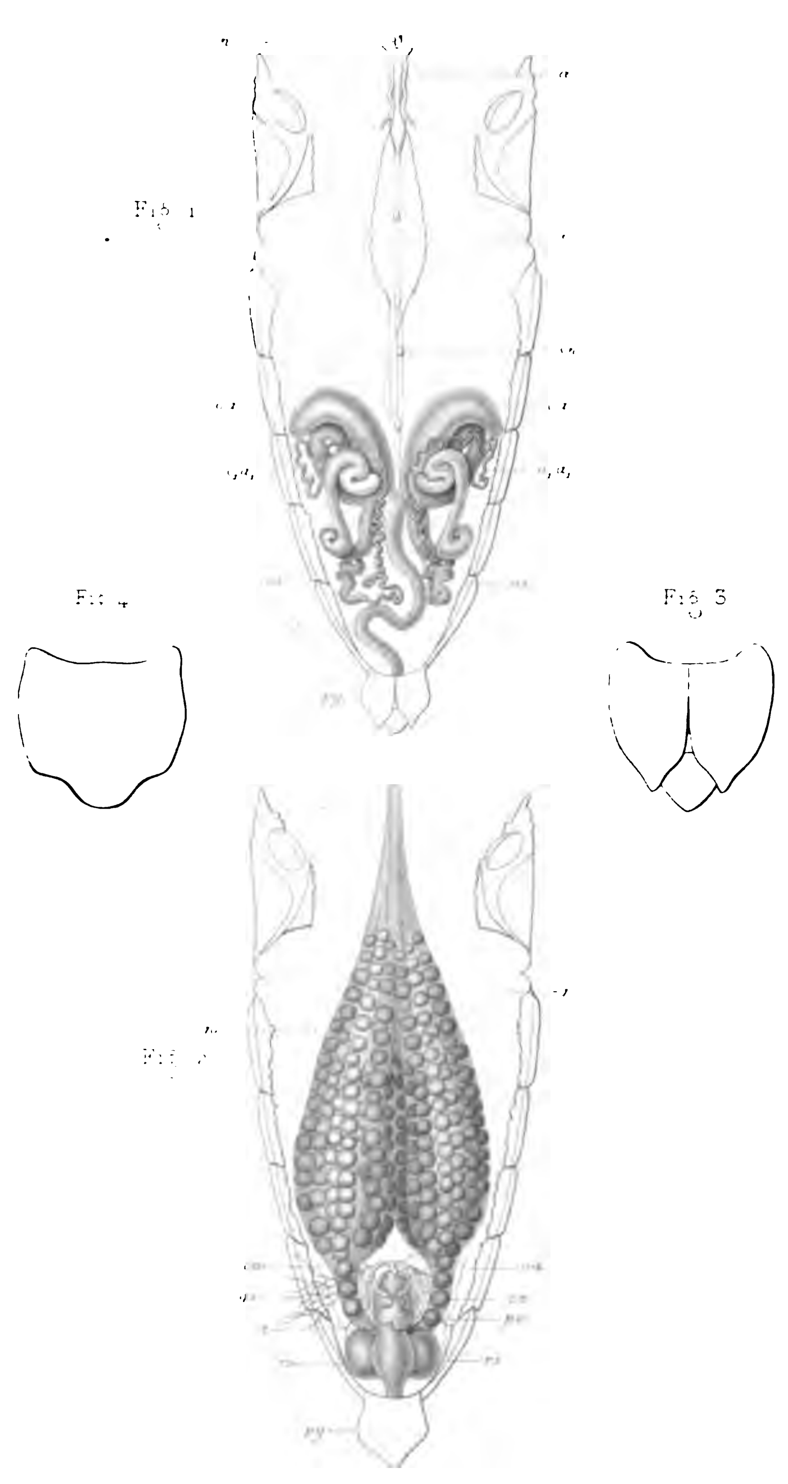

Fig. 5

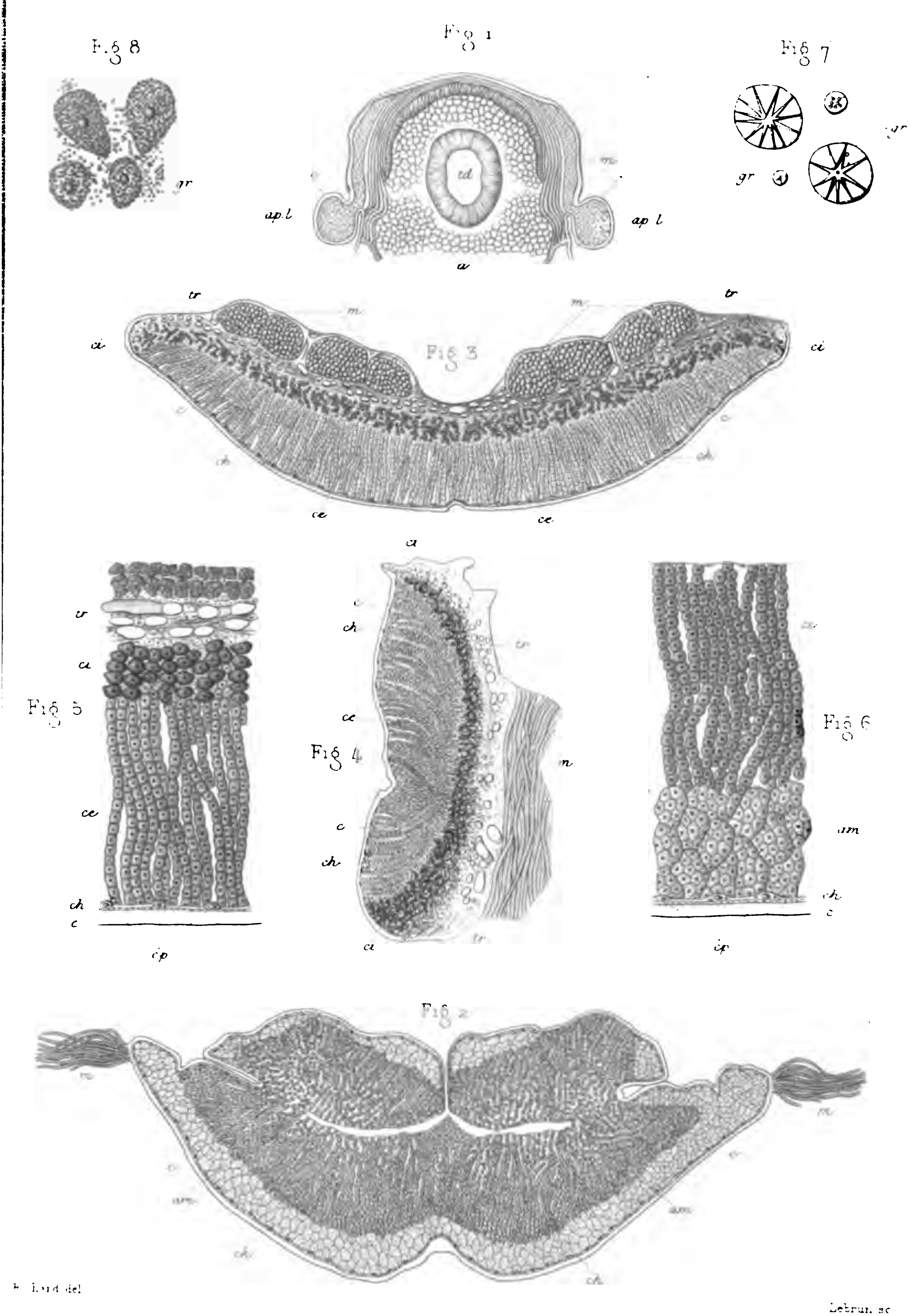



Lebrun sc



Système nerveux






Appareil lumineux
Histologie

